

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
CAMPUS DE PRESIDENTE MÉDICI
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA**

RAFAELA LEMES DA COSTA

**ANÁLISE DOS PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS E DA
COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DOS VIVEIROS DA
PISCICULTURA SANTA HELENA, ALVORADA D' OESTE, RO**

Presidente Médici - RO

2014

RAFAELA LEMES DA COSTA

**ANÁLISE DOS PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS E DA
COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DOS VIVEIROS DA
PISCICULTURA SANTA HELENA, ALVORADA D' OESTE, RO**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia de Pesca, Fundação Universidade Federal de Rondônia, *Campus* de Presidente Médici, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira de Pesca.

Orientadora: prof^ª Dra. Fernanda Bay Hurtado

Presidente Médici - RO

2014

Dados de Publicação Internacional na Publicação (CIP)

Biblioteca Setorial 07/UNIR

C837a

Costa, Rafaela Lemes da.

Análise dos parâmetros limnológicos e da comunidade fitoplanctônica dos viveiros da piscicultura Santa Helena, Alvorada D'Oeste, RO / Rafaela Lemes da Costa. Presidente Médici – RO, 2014.

75f. ; + 1 CD-ROM

Orientadora: Prof.^a Dra. Fernanda Bay Hurtado

Monografia (Engenharia de Pesca) - Fundação Universidade Federal de Rondônia. Departamento de Engenharia de Pesca, Presidente Médici, 2014.

1. Qualidade d'água. 2. Parâmetros físico-químicos. 3. Fitoplâncton. 4. Piscicultura I. Fundação Universidade Federal de Rondônia. II. Hurtado, Fernanda Bay. III. Título.

CDU: 639(811.1)

Bibliotecário-Documentalista: Jonatan Cândido, CRB15/732

**ANÁLISE DOS PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS E DA
COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DOS VIVEIROS DA
PISCICULTURA SANTA HELENA, ALVORADA D' OESTE, RO**

RAFAELA LEMES DA COSTA

Banca Avaliadora:

Prof^a Dra. Fernanda Bay Hurtado

Prof^o Dr. Igor David da Costa

Pesq. Esp. Claudio Brandão de Queiroz

Monografia DEFENDIDA E APROVADA dia 07 de julho de 2014.

Aos meus pais Luiz e Luzia, irmãos Wellyngton e Daniela e familiares que sempre torceram por mim, pela dedicação, incentivo e apoio constante para a minha formação.

Obrigada!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser o amigo incondicional que me acompanha nos momentos de alegria e de tristeza e que me dá forças para seguir em frente na vida.

Aos meus pais Luiz e Luzia, e irmãos Wellyngton e Daniela, pelo exemplo de dedicação e amor incondicional, me apoiando em todos os momentos, principalmente os mais difíceis.

A Prof^o. Fernanda Bay Hurtado, pela orientação, amizade, dedicação e ensinamentos de suma importância e essencial para meu crescimento profissional e que foram essenciais ao desenvolvimento desta monografia.

A Universidade Federal de Rondônia, em especial aos professores do corpo docente do *Campus* de Presidente Médici, pelas orientações tão necessárias e básicas durante o decorrer do curso.

A minha amiga Dete Mazini, que mesmo sem me conhecer me acolheu em sua casa por três anos com muito carinho e compreensão colaborando de forma expressiva para minha formação profissional e pessoal.

A todos os meus amigos do curso de Engenharia de Pesca, em especial a Tânia, Ana, Lucinei, Geovanni e a Daniela que além de irmã sempre foi minha mais fiel e presente amiga.

Ao colega de pesquisa Fabiano Figueiredo, ao Sr. Lázaro proprietário da Piscicultura Santa Helena e a Prof^o Santana Rodrigues, pela valiosa ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Diretor Presidente da Comércio e Consultoria Ltda Saulo Fransner pelo fornecimento do Laboratório Móvel para realização das análises de água, a Nutrizon Alimentos Ltda e ao Biólogo e Especialista em Piscicultura Claudio Brandão de Queiroz que me auxiliou nas análises químicas.

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica/Conselho nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PIBIC/CNPq) pelo apoio financeiro e oportunidade de pesquisa.

Enfim a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

“O que sabemos é uma gota; o que ignoramos é um oceano.
Mas o que seria o oceano se não infinitas gotas?”

Isaac Newton

RESUMO

A piscicultura é um dos segmentos da produção animal que mais cresce no cenário mundial, neste ramo a qualidade da água é preocupação constante, pois quando esta apresenta má qualidade possibilita queda no desempenho produtivo e mortalidade dos peixes, diminuindo assim produção e lucratividade. Esta pesquisa teve por objetivo analisar as variáveis limnológicas e identificar botanicamente a flora fitoplanctônica avaliando sua correlação com o manejo em viveiros de renovação e fluxo contínuo de água da Piscicultura Santa Helena, Alvorada d' Oeste, RO. O estudo foi desenvolvido na Piscicultura Santa Helena, km 14, TN 13, GB 4, no município de Alvorada do Oeste – RO, sendo nesta propriedade três hectares destinados para engorda de *Colossoma macropomum* (tambaqui), onde quatro viveiros foram escolhidos para desenvolvimento do estudo. Foram realizadas coletas bimestrais de agosto/2013 à maio/2014, na superfície (20%) e fundo (80%), no abastecimento e escoamento de cada viveiro. O mês de agosto apresentou maior condutividade elétrica (CE) (máx.155,4 μ S/cm), outubro apresentou aumento expressivo de densidade da comunidade fitoplanctônica e menor transparência (min.13 cm), em dezembro registrou-se o aumento da concentração de fósforo (máx. 3,3 mg.L⁻¹) e menor média de oxigênio dissolvido (OD) (1,7 mg.L⁻¹) o que foi associado a finalização do ciclo de produção, fevereiro/2014 (início do novo ciclo de produção) e maio mantiveram-se relativamente equilibrados quanto aos parâmetros. A partir dos dados pode-se notar algumas correlações como: o aumento da temperatura da água ocasionou a diminuição da concentração de OD; a CE e OD apresentaram relação inversamente proporcional ao nível de precipitação de chuva; a concentração de nitrito teve relação inversa ao OD nos viveiros; houve a diminuição da transparência do viveiro de abastecimento até o viveiro 5 em consequência do abastecimento interligado destes. Foram identificados 74 espécies da comunidade fitoplanctônica, a classe com maior representatividade em nível de riqueza (23 espécies) e de ocorrência nos viveiros (43%) foi a Chlorophyceae. As amostras coletadas a 80% de profundidade apresentaram maior diversidade de espécie comparado às coletadas a 20%. As Cianofíceas se mostraram influentes na comunidade fitoplanctônica, com altas densidades do gênero *Microcystis* e *Planktotrix* que juntamente com o gênero *Euglena* (Euglenophyceae) foram associados à florações na piscicultura em outubro/ 2013 e fevereiro/ 2014.

Palavras-chave: Qualidade d'água. Parâmetros físico-químicos. Fitoplâncton. Piscicultura.

RESUMEN

La acuicultura es uno de los sectores de la producción animal de más rápido crecimiento en el escenario mundial, la calidad del agua en esta rama es una preocupación constante, ya que cuando se presenta la mala calidad permite la caída del crecimiento y la mortalidad de los peces, lo que reduce la producción y la rentabilidad. Esta investigación tuvo como objetivo examinar las variables físico-químico-biológica y botánicamente identificar la flora del fitoplancton que evalúan su correlación con la gestión en los viveros de renovación y el flujo continuo del agua de la Piscicultura Helena, Alvorada del Oeste, RO. El estudio se realizó en Piscicultura Helena, a 14 millas, 13 TN, 4 GB, en el municipio de Alvorada del Oeste- RO, esta propiedad es de tres acres destinados al engorde *Colossoma macropomum* (Cachama), donde se eligieron cuatro estanques para el desarrollo del estudio. Muestras bimensuales fueran colectadas del agosto/2013 hasta mayo/2014, en la superficie (20%) e inferior (80%), se llevaron a cabo el suministro y la eliminación de cada vivero. El mes de agosto mostró una mayor conductividad eléctrica (CE) (Max. 155, 4 μ S/cm) Octubre se produjo un aumento significativo en la densidad de fitoplancton y baja transparencia (Min.13 cm) en diciembre registró el aumento de la concentración de fósforo (máx. 3,3 mg L⁻¹) y la media más baja de oxígeno disuelto (OD) (1,7 mg L⁻¹), que se asocia con la finalización del ciclo de producción, febrero/2014 (comienzo del nuevo ciclo de producción) y pudo haber mantenido relativamente equilibrio en su composición. De los datos se puede observar cómo algunas correlaciones: el aumento de la temperatura del agua causó la disminución de la concentración de OD; la CE y OD mostraron relación inversa con el nivel de la precipitación de las lluvias; concentración de nitrito fue inversamente proporcional a la OD en los estanques; una disminución en la transparencia del suministro del estanque de mantenimiento para el estanque 5 como resultado de estos suministros interconectados. Se identificaron 74 taxones de fitoplancton, la clase con la mayor representación en el nivel de riqueza (23 taxones) y la aparición en los estanques (43%) fue la Chlorophyceae. Las muestras recogidas en 80% de profundidad mostraron una mayor diversidad de taxones en comparación con el 20% recogido. Las cianobacterias resultaran influyente en la comunidad fitoplánctones con altas densidades del género *Microcystis* y *Planktotrix* que junto con el género *Euglena* (Euglenophyceae) se asociaron con las floraciones en el cultivo de peces en octubre / 2013 y febrero / 2014.

Palabras clave: Calidad del agua. Composición físico-química. Fitoplancton. Cultivo de peces.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização do município de Alvorada do Oeste – Rondônia.....	25
Figura 2 – Pontos de Amostras para coleta de fundo e superfície.	26
Figura 3 – Florações de algas em outubro/2013 (A) e fevereiro/2014 (B).	60
Gráfico 1 – Variação do Padrão Hidrogeniônico (pH) nos meses coletados.....	31
Gráfico 2 – Variação do Oxigênio Dissolvido em função da pluviometria.	33
Gráfico 3 – Variação do Oxigênio Dissolvido em função da Temperatura.	35
Gráfico 4 – Variação do Padrão Hidrogeniônico em função da Alcalinidade.	37
Gráfico 5 – Variação da Condutividade Elétrica em função Precipitação Pluviosidade.....	38
Gráfico 6 – Variação da Condutividade Elétrica nos viveiros.	39
Gráfico 7 – Variação da Amônia em função Potencial Hidrogeniônico.	40
Gráfico 8 – Variação da Amônia não ionizada e ionizada.	42
Gráfico 9 – Variação da Amônia não ionizada e ionizada em função Potencial Hidrogeniônico.	43
Gráfico 10 – Variação da Amônia média não ionizada e ionizada em função Temperatura ...	43
Gráfico 11 – Variação de Nitrito em função Oxigênio Dissolvido.	45
Gráfico 12 – Variação Fósforo Total nos viveiros.	46
Gráfico 13 – Variação Fósforo Total e Ortofosfato.	48
Gráfico 14 – Variação da Transparência nos viveiros.....	49
Gráfico 15 – Variação da Condutividade em função da Transparência.	50
Gráfico 16 – Porcentagem de ocorrência Fitoplanctônica em nível de Classe.	55
Gráfico 17 – Diversidade Fitoplanctônica em nível de Classe no Viveiro de Abastecimento.	56
Gráfico 18 – Diversidade Fitoplanctônica em nível de Classe no Viveiro 1.	56
Gráfico 19 – Diversidade Fitoplanctônica em nível de Classe no Viveiro 3.	57
Gráfico 20 – Diversidade Fitoplanctônica em nível de Classe no Viveiro 5.	58
Gráfico 21 – Gêneros Fitoplanctônica identificados da Classe Cyanophyceae.	58
Gráfico 22 – Gêneros Fitoplanctônica identificados da Classe Cyanophyceae.	59
Gráfico 23 – Diversidade Fitoplanctônica de espécies em 20 e 80% de profundidade.	62
Gráfico 24 – Táxons Fitoplanctônicos nos viveiros à 20% e 80% de profundidade.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores do Potencial Hidrogeniônico (pH) obtidos na Piscicultura Santa Helena.	30
Tabela 2 – Valores de Oxigênio Dissolvido (mg.L^{-1}) obtidos na Piscicultura Santa Helena.	32
Tabela 3 – Valores de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) obtidos na Piscicultura Santa Helena.	34
Tabela 4 – Valores de Alcalinidade (mg.L^{-1} de CaCO_3) obtidos na Piscicultura Santa Helena.	36
Tabela 5 – Valores de Condutividade Elétrica ($\mu\text{S/cm}$) obtidos na Piscicultura Santa Helena.	37
Tabela 6 – Valores de Amônia não ionizada (mg.L^{-1}) obtidos na Piscicultura Santa Helena.	40
Tabela 7 – Valores de Amônia ionizada (mg.L^{-1}) na Piscicultura Santa Helena.	42
Tabela 8 – Valores de Nitrito (mg.L^{-1}) obtidos na Piscicultura Santa Helena.	44
Tabela 9 – Valores de Fósforo Total (mg.L^{-1}) obtidos na Piscicultura Santa Helena.	46
Tabela 10 – Valores de Ortofosfato (mg.L^{-1}) obtidos na Piscicultura Santa Helena.	48
Tabela 11 – Valores de Transparência (cm) obtidos na Piscicultura Santa Helena.	49
Tabela 12 – Identificação taxonômica de algas Fitoplanctônicas da piscicultura Santa Helena entre o período de Agosto de 2013 e Maio de 2014.	51

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Ago. – Agosto/2013;
Abast – Viveiro de Abastecimento
Ca²⁺ – Cálcio
CaCO₃ – Carbonato de Cálcio
CE – Condutividade elétrica
Cl⁻ – Cloreto
CO₃²⁻ – Carbonato
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
Dez. – Dezembro/2013;
Fev. – Fevereiro/2014;
Fe³⁺ – Ferro III
HCO₃⁻ – Bicarbonato
K⁺ – Potássio
Mai – Maio/2014;
Mg²⁺ – Magnésio
Mn²⁺ – Manganês II
N – Nitrogênio total
Na⁺ – Sódio
NH₃ – Amônia (ou amônia não ionizada)
NH₄¹⁺ – íon amônio (ou amônia ionizada)
NO₂¹⁻ – Nitrito
Out. – Outubro/2013;
OD – Oxigênio dissolvido
P – Fósforo total
pH – Potencial hidrogeniônico
SO₄²⁻ – Sulfato
T – Temperatura
V-1 – Viveiro 1
V-3 – Viveiro 3
V-5 – Viveiro 5
X' – Média parâmetro por ponto de coleta;
X'' – Média parâmetro dos viveiros por mês.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1. Importância da Qualidade da água na Piscicultura	17
2.2. Importância do Fitoplâncton na Qualidade da Água	22
3. OBJETIVOS	24
3.1. Objetivo geral	24
3.2. Objetivos específicos	24
4. MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1. Área de estudo	25
4.2 Coleta das amostras	26
3.1. Análise das amostras	27
3.1.1. Análise parâmetros Físico-químicos	27
3.1.2. Análise Fitoplanctônica	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1. Parâmetros Físico-químicos	30
5.1.1. Potencial Hidrogeniônico (pH)	30
5.1.2. Oxigênio Dissolvido (OD)	32
5.1.3. Temperatura (T)	34
5.1.4. Alcalinidade	36
5.1.5. Condutividade Elétrica (CE)	37
5.1.6. Nitrogênio	38
5.1.7. Fósforo	45
5.1.8. Transparência	49
5.2. Parâmetros Fitoplanctônicos	51
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS	65
APÊNDICE	72

1. INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico na entrada do terceiro milênio alcançou a cifra de 6 bilhões de pessoas que necessitam de alimento diário, para suprir esta necessidade, o homem terá de abrir novas frentes agrícolas, porém, poucos países ainda têm novas fronteiras agrícolas para serem desbravadas, nesta corrida, novas alternativas tendo como suporte a água estão sendo propostas, como a hidroponia e aquicultura. Em países como China e Indonésia, a aquicultura progressivamente se torna um dos principais meios de produção de proteína animal (LENZI, 2009).

A aquicultura, ou cultivo de organismos aquáticos, na qual está inserida a piscicultura, é o segmento da produção animal que mais cresce no cenário mundial atual, tendo superado as taxas de crescimento da bovinocultura, da avicultura e da suinocultura (ONO; KUBITZA, 2003). Sua expansão contribui para melhorar a dieta de muitas pessoas, especialmente em áreas rurais pobres, onde a presença de nutrientes essenciais na alimentação são muitas vezes escassos (FAO, 2014).

Conforme dados da FAO de 2014 a produção mundial de pescado continua crescendo em um ritmo mais rápido que a população mundial, e aquicultura continua sendo um dos setores de produção de alimentos de maior crescimento. Em 2012 a aquicultura estabeleceu alta recorde de produção e atualmente fornece quase metade do peixe para o consumo humano, projetando que o aumento seja de 62% em 2030, devido à estabilização do desempenho da pesca de captura selvagem, e sendo desenvolvida e praticada de maneira responsável a aquicultura pode gerar benefícios duradouros a segurança alimentar mundial e ao crescimento econômico.

O Brasil é um dos poucos países que possui condições de atender à crescente demanda mundial por produtos de origem pesqueira, sobretudo por meio da aquicultura. Na Região Norte onde a aquicultura está se desenvolvendo com rapidez, em 2009, Rondônia ocupou a 3ª posição na produção de pescado (8.178,1 ton.), baseada principalmente no cultivo de tambaquis (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados (MPA, 2010). De acordo com estatísticas da Sedam¹, em 2013, Rondônia se destaca como o maior produtor de peixes de água doce, cultivando 10.805 hectares de lâmina de água, com uma produção estimada em 64.833 toneladas de pescados por ano (G1-Rondônia, 2014).

Em 2013 o estado de Rondônia também ocupa a primeira posição do país na produção de tambaqui (*Colossoma macropomum*), sendo os municípios de Ariquemes, Mirante da Serra e

¹ Secretaria de Desenvolvimento Ambiental.

Urupá seus principais produtores, conforme a Seagri², na safra 2012/2013 o Rondônia teve uma produção aproximada de 48 mil toneladas de tambaqui, com estimativa para 2014 de 70 mil toneladas. Os principais compradores do peixe rondoniense são os estados como Amazonas, Piauí, Maranhão, Rio de Janeiro, São Paulo e o Distrito Federal (G1-Rondônia, 2014).

A qualidade da água é preocupação constante em criações de peixes, quando esta é de má qualidade, pode ocorrer quedas no desempenho produtivo e mortalidade dos peixes, diminuindo produção e a lucratividade (BACCARIN, 2002).

O viveiro de piscicultura funciona como um ecossistema artificial onde as condições abióticas e bióticas podem ser parcialmente manipuladas (MARTINS, 2007), abrigando uma comunidade biótica bem diversificada, desde produtores primários, a produtores secundários e decompositores (OSTI, 2009). Neste encontra-se o plâncton que é composto por organismos animais (zooplâncton) e vegetais (fitoplâncton) (KUBITZA, 1998a).

O fitoplâncton possui importante papel na produção primária do meio aquático, abrange um conjunto de organismos diversificados a nível taxonômico, morfológico e fisiológico, que apresentam diferentes requisitos e respostas as variáveis físicas e químicas da água, como a luz, temperatura, alcalinidade, concentração de nutrientes, pH, oxigênio, etc. (LUÍS, 2011). Este produz de 50 a 95% do oxigênio nos sistemas aquaculturais, no entanto, o plâncton chega a consumir cerca de 50 a 80% do OD em processos respiratórios, sendo o equilíbrio entre a fotossíntese e a respiração um pré-requisito para a manutenção constante da composição química da água (KUBITZA, 1998a).

O processo de eutrofização pode ocorrer naturalmente, ou por ação antrópica, causada pela deposição de material poluente (ESTEVES, 1998). Um ambiente aquático é eutrófico quando apresenta uma quantidade excessiva de nutrientes, em especial compostos nitrogenados e fosfatados, que contribuem na degradação do equilíbrio ecológico e da qualidade da água (ANDRADE, 2008). O enriquecimento artificial dos corpos d'água, principalmente com tais compostos, promovem o crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas, muitas vezes ocasionando mortandade de peixes, devido ao déficit de OD na água (MERCANTE et al, 2008; OSTI, 2009).

A assimilação de amônia, nitrato e fósforo pelo fitoplâncton pode acarretar um crescimento descontrolado desta comunidade provocando florações de algas no ambiente, que se forem originadas por determinadas espécies de cianobactérias que são capazes de liberar

² Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Regularização Fundiária.

compostos potencialmente tóxicos na água, podem gerar dificuldades no tratamento da mesma (MULLER et al, 2012).

A deficiência de conhecimentos básicos sobre a qualidade da água faz com que os próprios produtores contribuam para a queda na qualidade desta, pois, nos tanques e viveiros com baixa renovação de água, é inevitável o acúmulo de resíduos orgânicos e metabólicos gerados durante o processo produtivo, sendo assim o desafio do produtor minimizar o acúmulo de resíduos durante o cultivo, evitando assim uma rápida degradação da qualidade da água, de forma a obter um melhor desempenho dos peixes e maior produtividade (KUBITZA, 2003).

Portanto estudos que enfoquem a dinâmica dos ecossistemas e a qualidade da água são de grande importância para a piscicultura, uma vez que todos os fatores atuam de maneira interligada (SIPAÚBA-TAVARES, 1995 apud MERCANTE et al, 2005), porém, poucos são os estudos que abordam a comunidade fitoplancônica. Neste sentido a Sociedade Brasileira de Limnologia, ressalta a escassez de estudos sobre o fitoplâncton tropical e a necessidade de avanços quanto à representatividade das amostras coletadas, para o reconhecimento de padrões espaciais e temporais (BOZELLI; HUSZAR, 2003; apud LONDE, 2005).

2. REVISÃO DE LITERATURA

A palavra limnologia vem do grego *limné*, que significa lago, é definida como o estudo ecológico de todas as massas d'águas continentais, independentemente de suas origens, dimensões e concentrações salinas, tendo por objetivo estudar os ecossistemas aquáticos como um todo. O conhecimento da importância da limnologia vem sendo reconhecida nos últimos anos conjuntamente com o próprio crescimento da aquicultura, trazendo consigo a preocupação com o regime e a qualidade dos mananciais, bem como a manutenção da boa qualidade da água em tanques e viveiros, sendo a aplicabilidade dos conhecimentos limnológicos a chave para o sucesso de uma produção aquícola racional (ESTEVES, 1998).

2.1. Importância da Qualidade da água na Piscicultura

A água constitui um dos compostos de maior distribuição e importância na crosta terrestre, sua importância para a vida está no fato de que nenhum processo metabólico ocorre sem a sua ação direta ou indireta, foram suas propriedades que possibilitaram o surgimento e a manutenção da vida na terra (ESTEVES, 1998). A água é a única substância que aparece com abundância na Terra nos três estados físicos: sólido (forma o gelo dos glaciares e das calotas polares e cobre os picos das montanhas mais altas); líquido (cobre aproximadamente 3/4 da superfície terrestre, os oceanos possuem $28,3 \times 10^{20}$ litros de água) e gasoso (em toda a atmosfera terrestre). A água está presente também nos animais, vegetais e como “água de hidratação” em muitos minerais. Pode ser doce ou salgada, e disposta como lago, córrego, rio, mar ou oceano, entre outros (LENZI, 2009).

O termo “água” refere-se ao elemento natural desprovido de qualquer utilização, já o termo recurso hídrico refere-se à utilização da água como bem econômico. Os recursos hídricos são destinados ao abastecimento do consumo humano e as atividades produtivas, sendo captados a partir de rios, lagos, represas e aquíferos subterrâneos. Estas águas são encontradas em domínio terrestre, nos continentes e ilhas, formando a hidrosfera, sendo que 97,5 % desta camada é formada por água salgada e 2,5 % água doce, sendo rios e lagos responsáveis por somente 0,3% deste último percentual (REBOLÇAS, 2002).

Ao compartilhar de tão grande quantidade de água, o homem julga este bem inesgotável e apenas nos últimos anos tem se conscientizado de que, a água não só é preciosa e esgotável como também deve ser preservada e usada com moderação, pois, o consumo de água tem se tornado cada vez maior e mais exigente na qualidade, porém, os corpos d'água vêm se tornando cada vez mais poluídos devido à atuação das atividades antrópicas.

Sendo um dos componentes básicos dos ciclos geoquímico e biogeoquímico, a água sempre terá em solução espécies químicas que podem ser poluentes ou não, várias são as fontes de poluição dos mananciais superficiais ou subterrâneos, sendo elas naturais ou provocadas pelo homem, em geral a fonte ou a origem do poluente está longe do corpo d'água, pois, dentro do ciclo biogeoquímico a hidrosfera possui capacidade de dissolver, deslocar e transportar os poluentes (LENZI, 2009).

A América do Sul como um todo, em particular para o Brasil, concentra as maiores bacias hidrográficas do mundo. O território brasileiro concentra aproximadamente 12 a 15% de toda água doce disponível no planeta. A água no entanto é um recurso natural reciclável, mas não renovável (CYRINO et al, 2010). Muitos cientistas, conforme Esteves (1998), já afirmaram há tempos que o principal problema para o futuro da humanidade não estará na escassez de combustíveis fósseis, mas sim, no déficit de água doce. Porém, seu uso indiscriminado associado à deterioração de sua qualidade intensifica a sua escassez, assim, há necessidade de maior cuidado com a utilização de água proveniente de sistemas de criação de organismos aquáticos, não só melhorando o manejo empregado, mas também adotando sistemas que auxiliem na melhoria da qualidade da água (SIPAÚBA-TAVARES et al, 2002 apud MILLAN, 2009).

O impacto da piscicultura é quase desprezível em comparação ao impacto ambiental de efluentes domésticos e industriais (CYRINO et al, 2010). No entanto a contaminação das águas superficiais com a entrada de poluentes, rejeitos oriundos das atividades humanas nos corpos hídricos altera os diversos componentes presentes na água, promovendo modificações em suas características físicas, químicas e biológicas (JARDIM, 2011). Segundo Kubitza (2003), condições inadequadas de qualidade da água prejudicam o crescimento, reprodução, saúde, sobrevivência e até mesmo a qualidade dos peixes, de modo que, a habilidade dos produtores e técnicos em monitorar e corrigir a qualidade da água é um fator decisivo no sucesso dos empreendimentos aquícolas da água nos viveiros e taques de cultivos.

O tambaqui é uma excelente opção para a piscicultura nacional, pois apresenta várias características favoráveis ao confinamento, como a sua grande rusticidade, tolerância às baixas concentrações de OD na água, boa aceitação de subprodutos agroindustriais, boa conversão alimentar, boa adaptação ao cultivo em cativeiro com crescimento relativamente rápido e disponibilidade de juvenis para comercialização (PEREIRA JÚNIOR et al 2013).

A análise de parâmetros físicos e químicos da água constitui importante ferramenta para monitorar a qualidade hídrica do sistema (MATSUZAKI et al, 2004). Dentre os

parâmetros mais estudados destacam-se: potencial hidrogeniônico (pH), Oxigênio Dissolvido (OD), temperatura (T), alcalinidade, condutividade elétrica, nitrogênio (NH_3 , NH_4 e NO_2^{1-}) e fósforo (P e PO_4^{3-}) e, transparência.

Em regra geral, valores de pH próximos à neutralidade (6,5 a 8,0) são mais adequados à produção de peixes, valores muito acima ou abaixo desta faixa podem causar prejuízos ao crescimento, reprodução e saúde dos mesmos, e em condições extremas ocasionar considerável mortandade de peixes (KUBITZA, 2003).

Elemento vital para sobrevivência de diversas formas de vida, o oxigênio pode ser fator limitante na produtividade dos sistemas de cultivo de peixes, deste modo as concentrações de oxigênio dissolvido devem ser mantidas acima de $4,0 \text{ mg.L}^{-1}$ (KUBITZA, 2003), valores abaixo geralmente causam estresse aos peixes, reduzindo o consumo de alimento e resistência a doenças (MASSER et al, 1993).

A temperatura, importante variável para a vida aquática e metabolismo do sistema, interfere diretamente na solubilidade dos gases (BRANCO, 1986 apud ANDRADE, 2008) bem como, no crescimento e desenvolvimento animal e vegetal, devido à influência sobre as reações químicas, está intimamente relacionada com as condições climáticas locais, dentre os quais a mais importante para tanques rasos é a quantidade de radiação solar incidente (SIPAÚBA-TAVARES et al, 2008 apud MILLAN, 2009).

A alcalinidade total da água (expressa em mg.L^{-1} de carbonato de cálcio (CaCO_3)) é derivada principalmente da dissolução do calcário dos solos, de modo que a concentração da alcalinidade é determinada principalmente pelas características do solo, de modo que, viveiros em áreas com solos arenosos frequentemente apresentam uma alcalinidade total abaixo de 20 mg.L^{-1} , enquanto os viveiros construídos em áreas com solos calcários podem apresentar uma alcalinidade total acima de 100 mg.L^{-1} . Outros fatores como o clima também influenciam, como por exemplo, os viveiros localizados em regiões áridas possuem solos com maior alcalinidade total do que viveiros localizados em regiões úmidas (QUEIROZ; BOEIRA, 2006).

A condutividade elétrica de uma solução é a capacidade desta em conduzir a corrente elétrica, ou seja, a capacidade de condução desta corrente se dá em função dos íons presentes na água, no entanto é de se esperar que em soluções de maior concentração iônica, maior será a condutividade elétrica, exceto em águas muito puras onde ocorre o processo inverso (ESTEVES, 2011). Na composição iônica em geral os principais cátions constituintes são o cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), sódio (Na^+), potássio (K^+), ferro (Fe^{3+}), e o manganês (Mn^{2+})

e os principais ânions são o cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}), carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-). Vários fatores podem influenciar na composição iônica dos corpos d'água, como: a geologia da área de drenagem dos efluentes, geologia da bacia de acumulação do lago e regime de chuvas, bem como também o tipo de influência antrópica à qual estes corpos d'água estão submetidos (ESTEVES, 2011).

O nitrogênio é considerado um dos elementos mais importantes no metabolismo dos ecossistemas aquáticos, em razão de sua participação na formação de proteínas, podendo atuar como fator limitante da produção primária desses ecossistemas e, em determinadas condições, tornar-se tóxico para os organismos aquáticos. Dentre os compostos nitrogenados dissolvidos na água, encontra-se uma forma ionizada, NH_4^{1+} , denominada íon amônio, ou simplesmente amônio, e outra não ionizada, NH_3 , amplamente conhecida como amônia. As duas formas juntas constituem a amônia total, ou nitrogênio amoniacal total (PEREIRA; MERCANTE, 2005). O nitrito (NO_2^{1-}) pode causar mortalidade nos organismos aquáticos, pois em elevadas concentrações no meio aquático pode causar a oxidação do ferro da hemoglobina (o ferro passa do estado ferroso Fe^{+2} para o estado férrico Fe^{+3}), transformando-a em metaemoglobina, comprometendo a capacidade de transporte de O_2 para os tecidos, matando o indivíduo por asfixia e cianose (WAMBACH, 2012).

A dinâmica dos nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, possuem efeito direto na biota aquática, interferindo no crescimento e desenvolvimento dos organismos planctônicos e macrófitas, na maioria das águas continentais o fósforo é o principal fator limitante da produtividade, além disso, este elemento tem sido apontado como o principal responsável pela eutrofização artificial destes ecossistemas (ESTEVES, 1998). O ciclo do fósforo é considerado o mais crítico da produção orgânica por ser fator limitante e também porque sua carga é facilmente consumida pelo fitoplâncton, sendo que a sustentabilidade de uma piscicultura depende, entre outros fatores, da avaliação e manutenção constante dos níveis de fósforo. O fósforo presente nos ambientes aquáticos é de origem natural ou artificial, sendo no caso da piscicultura em sua grande maioria de origem artificial (arraçoamento) (PEREIRA; RIBEIRO FILHO, 2004).

O monitoramento da transparência da água do viveiro é importante, principalmente quando não se dispõe de medidores de oxigênio e nem de sistemas de aeração para eventuais emergências, porque permite acompanhar a concentração da população planctônica. Assim, o piscicultor pode prever e evitar possíveis diminuições na concentração de OD na água,

principalmente no período noturno, quando o fitoplâncton cessa o processo de fotossíntese e consequentemente para de produzir oxigênio (FARIA et al, 2013).

O sistema de fluxo contínuo de abastecimento de água na piscicultura tem por finalidade reduzir os teores das formas nitrogenadas e fosfatadas da água, por diluição e carreamento. Este processo causa ligeira agitação na coluna de água, favorecendo o processo de nitrificação, diminuindo, assim, a concentração de nitrito e aumentando a de amônia e nitrato, que é assimilado por macrófitas e algas, consequentemente modificando a estrutura das comunidades e os processos internos do sistema (SIPAÚBA-TAVARES et al, 2008 apud MILLAN, 2009).

No entanto, poucos estudos têm enfatizado os efeitos adversos do sistema de fluxo contínuo, de modo que, conforme Millan (2009), uma vez que a água de um tanque entra em contato com a água de outro tanque rico em nutrientes, matéria orgânica e sólidos em suspensão, pode-se causar problemas de eutrofização e sedimentação devido ao efeito acumulativo.

Na piscicultura, o monitoramento da qualidade da água constitui ferramenta importante, pois permite verificar em que situação se encontra o corpo d'água, possibilitando a avaliação da oferta hídrica e conferindo bases para decisões de aproveitamento múltiplo e integrado desta, bem como a minimização de impactos ao ambiente (COIMBRA, 2001). Estratégias para minimizar o impacto da aquicultura no ambiente estão sendo desenvolvidas como a manipulação de dietas formuladas, implantação de biofiltros para retenção dos nutrientes, monitoramento da qualidade da água, adoção de tecnologia adequada para cada local específico, remoção de sólidos e entre outros (PIEDRAHITA, 2003 apud MILLAN, 2009).

Neste contexto, visando preservar a qualidade dos corpos hídricos e auxiliar produtores e técnicos, o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA aprovou a resolução 357 em 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), que estabelece limites aceitáveis para diversos parâmetros da água, classificando o corpo hídrico de acordo com o seu uso, de modo que a classificação padroniza os corpos d'água e permite o estabelecimento de metas para se atingir o nível de qualidade desejada, fixando limites para parâmetros de qualidade de água em efluentes, incluindo a aquicultura.

2.2. Importância do Fitoplâncton na Qualidade da Água

A comunidade fitoplanctônica é caracterizada por um grupo diversificado de organismos fotossintetizantes, ou não, encontrados em ambientes marinhos, de água doce, de água salobra, solos entre outros. Sua identificação é auxiliada principalmente pelos tipos de pigmentos fotossintéticos, produtos de reserva, aspecto da parede celular, morfologia, citologia, ciclo de vida entre outras características (HOEK et al, 1997 apud CORRÊA, 2011).

Nos ambientes de água doce, há coexistência de um grande número de espécies de algas fitoplanctônicas. Geralmente, duas ou mais espécies tornam-se dominantes no ambiente, enquanto conjuntamente pode ser encontrado um grande número de espécies raras e subdominantes (MULLER, 2012).

Em águas interiores podem ser encontrados representantes de praticamente todos os grupos de algas. A predominância de um ou outro grupo em determinado ecossistema é uma função, principalmente, das características predominantes do meio, como por exemplo, em lagos distróficos (ricos em compostos húmicos) por via de regra ocorre predominância de algas Chlorophyta, representadas pelas Desmidiaceae. Os principais grupos com representantes no plâncton de água doce são: Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Chrysophyta e Pyrrophyta (ESTEVES, 1998).

As mudanças constantes do ambiente e as relações entre espécies, não proporcionam um ambiente uniforme por períodos longos de tempo, ocasionando um processo lento de exclusão competitiva e gerando um equilíbrio misto de populações. A composição final da comunidade fitoplânctonica é consequência de um balanço entre perdas e ganhos dentro do grupo de espécies que apresentam adaptações para sobreviver no ambiente (MULLER, 2011).

Segundo Vicente et al (2005) a composição e abundância do fitoplâncton em lagos e reservatórios depende dos seguintes fatores: condições físicas e hidrológicas (luz, temperatura, turbulência/estabilidade de plâncton); composição química da água (nutrientes e mineralização da matéria orgânica (compostos em constante de proporcionalidade), pH, oligoelementos, fatores biológicos (predação por parte de filtradores planctófagos (zooplâncton e peixe), relações entre espécies (efeito alelopático e toxicidade induzida por algumas espécies) e o parasitismo de fungos (infecções por fungos e flagelados heterotróficos cromistas capazes de reduzir densas populações fitoplactônicas).

Segundo Muller (2012), os fatores ambientais mais importantes que interferem e regulam o desenvolvimento de organismos que são selecionados mais adaptados à condição particular do ambiente, são a intensidade luminosa, temperatura, sedimentação e distribuição

vertical dos organismos na coluna d'água, disponibilidade de nutrientes no meio aquático, competição e alelopatia com demais produtores primários, além da predação pelo zooplâncton.

A variação temporal do fitoplâncton em lagos tropicais, segundo Esteves (1998), é um dos fatores controladores mais importantes na disponibilidade de nutrientes e radiação subaquática, porém em lagos e represas tropicais de baixa profundidade, ambientes geralmente sujeitos a muita turbulência, torna-se difícil o reconhecimento dos fatores mais importantes na determinação das variações temporais. Hino (1979) apud Esteves (1998) sugere como principais fatores da variação temporal a precipitação total, predação seletiva e a reciclagem de nutrientes, que neste ecossistema está associada à turbulência da coluna d'água. Conforme Sipaúba-Tavares (1995) apud Mercante (2005) a sazonalidade do fitoplâncton está diretamente associada às concentrações de fósforo e nitrogênio na água, os quais resultam das práticas de fertilização, manejo ou taxas de alimentação nos cultivos comerciais.

A comunidade aquática fitoplanctônica responde rapidamente às alterações ambientais, seja pela redução de espécies, ou pela ocorrência de florações, isto é, aumento da biomassa de uma ou mais espécies presentes no ambiente (MULLER, 2012). O monitoramento das condições físicas, químicas e biológicas é importante, mas a classificação das algas, com suas flutuações no espaço e no tempo, é fundamental para a identificação das épocas favoráveis aos florescimentos e à concentração de toxinas na água (TUNDISI, 2003).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Analisar as variáveis limnológicas e identificar botanicamente a flora fitoplanctônica avaliando sua correlação com o manejo em viveiros de renovação e fluxo contínuo de água da Piscicultura Santa Helena, Alvorada d' Oeste, RO.

3.2. Objetivos específicos

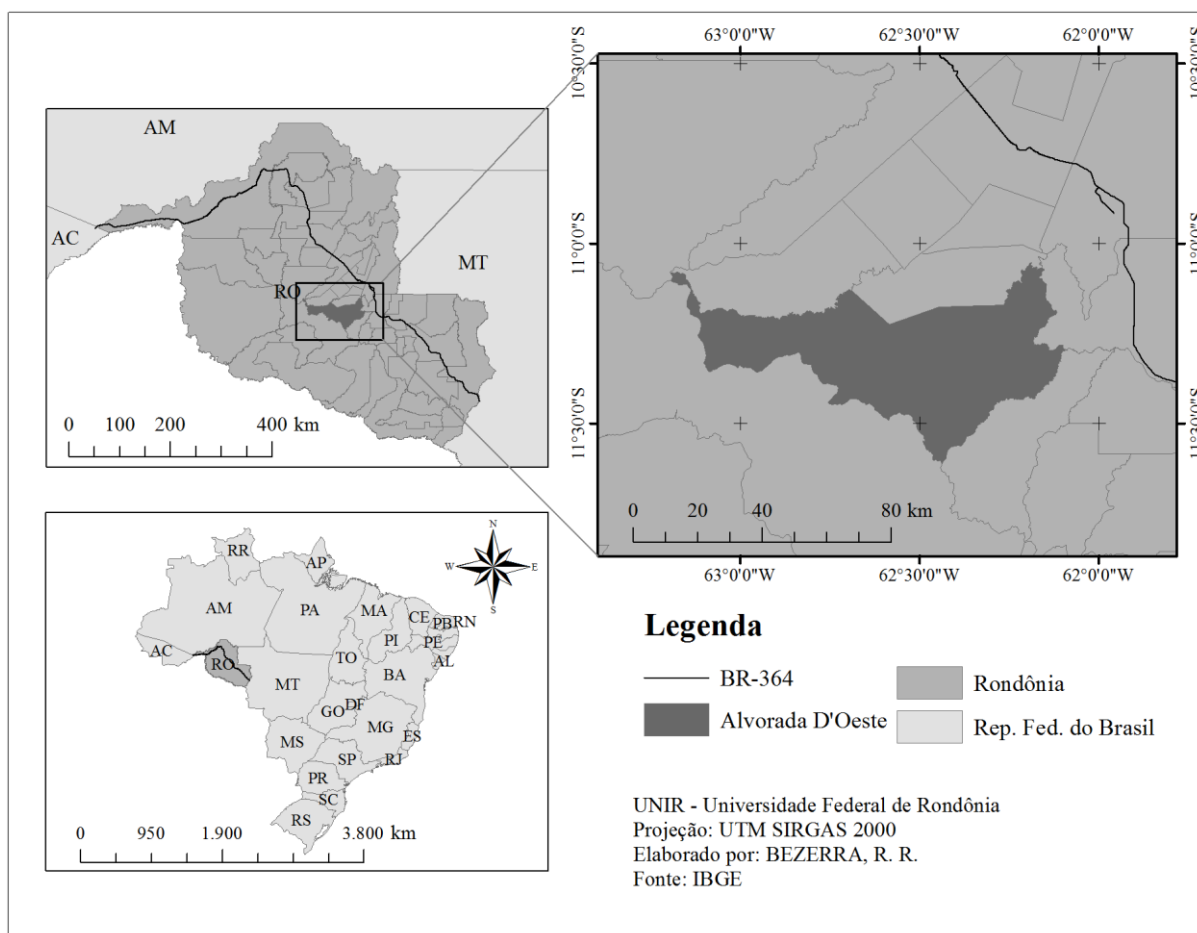
- Analisar as variáveis limnológicas dos viveiros;
- Identificar botanicamente a flora fitoplanctônica encontrada na piscicultura com renovação de água em fluxo contínuo;

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

Os dados para a realização deste estudo foram coletados na Piscicultura Santa Helena, que teve seu início na atividade piscícola em 2011, esta localiza-se no km 14, Linha TN 13, Gleba 4, no município de Alvorada do Oeste, no estado de Rondônia (figura 1).

Figura 1 – Localização do município de Alvorada do Oeste – Rondônia.



A área da propriedade destinada para atividade de piscicultura é de 3,0 (três) hectares de lâmina d'água distribuídos em oito viveiros. Sete destes se destinam para engorda do *Colossoma macropomum* (tambaqui), e o oitavo viveiro para o período de quarentena dos alevinos adquiridos (adaptação e verificação de sanidade), conforme a Instrução Normativa SDA nº 53 de 02/07/2003 (MPA, 2011), e após este espaço de tempo os alevinos são transferidos para os viveiros de engorda.

Os viveiros possuem profundidade que varia de 1,80 à 1,50 m, são abastecidos com água procedente do afloramento de um aglomerado de nascentes da propriedade.

4.2. Coleta das amostras

As amostragens foram realizadas bimensalmente entre o período de agosto de 2013 à maio de 2014, compreendendo a estação seca (agosto e outubro de 2013) e chuvosa (dezembro, fevereiro e maio de 2014). Dos oito viveiros da propriedade foram selecionados sete pontos de coleta distribuídos em três viveiros de engorda e no viveiro de abastecimento (figura 2), de modo que, em cada ponto foram realizadas duas coletas amostrais, uma à 20% (± 36 cm) de profundidade e a outra a 80% (± 144 cm), perfazendo um total de 16 amostras por coleta bimestral.

Para a seleção dos postos amostrais levou-se em conta que o abastecimento dos viveiros ocorre de modo interligado, em que a nascente abastece o primeiro viveiro e a partir daí a água de um viveiro vai abastecendo o outro, de forma que a água contida no último viveiro consequentemente passou por todos os anteriores.

Figura 2 – Pontos de Amostrais para coleta de fundo e superfície.



Fonte: Adaptado do Google earth (acesso em: 23/07/2013).

Nota: ● = Entrada (abastecimento d'água do viveiro).
● = Saída (escoamento d'água do viveiro).

A amostragem ocorreu no viveiro de abastecimento (destinado ao abastecimento dos viveiros) e nos viveiros de engorda de forma alternada viveiro 1 (V-1), viveiro 3 (V-3) e viveiro 5 (V-5), sendo um ponto nas proximidades da tubulação de abastecimento (ponto em

azul), sendo o ponto de Entrada de água, e o outro na tubulação de escoamento (ponto em vermelho), o ponto de Saída de água.

Em cada ponto amostral foram coletadas duas amostras, uma amostra para análise físico-química e a outra para análise fitoplanctônica. A coleta d'água de superfície ocorreu com a utilização frascos individuais de polipropileno e a coleta de fundo foi realizada com a garrafa de Van Dorn com o volume de 5,0 L.

A escolha de apenas duas amostragens de profundidade em cada ponto se baseou na literatura de Bicudo e Menezes (2006), onde afirma que em ambientes rasos (cerca de 2 m) são amostrados na superfície e no fundo ou apenas na superfície, supondo ausência de estruturação vertical, de forma que, se não considerarmos esta ausência muitas vezes se realiza esforço de coleta maior que o necessário.

Todas as amostras foram acondicionadas em frascos de vidro borosilicato âmbar e devidamente identificadas e refrigeradas para preservação conforme Guia Nacional de Coleta e preservação de Amostras (BRANDÃO et al, 2011), após foram transportadas para o *Campus* da UNIR de Presidente Médici para o Laboratório de Ciências Ambientais – LCA para análise da flora fitoplanctônica.

3.1. Análise das amostras

Para a análise, os resultados foram organizados e processados em banco de dados nas planilhas do Microsoft Excel e as figuras geradas no programa Origin 8.1.

3.1.1. Análise parâmetros Físico-químicos

A aferição da T (°C) e do OD (mg.L⁻¹) aconteceram no momento da coleta com o uso de sonda multiparâmetro (YSI pro20), o pH com o pHmetro (YSI pH10A), os demais parâmetros (alcalinidade (mg.L⁻¹), condutividade (µS/cm), amônia não ionizada (mg.L⁻¹) e ionizada (mg.L⁻¹), nitrito (mg.L⁻¹) e fósforo (mg.L⁻¹)) foram realizadas no laboratório móvel da Nutrizon Alimentos Ltda, com fotômetro (HI 83099 HANNA) e kit de análise específico para cada parâmetro e a transparência (cm) foi medida através do disco de *sechi*. Os resultados obtidos foram comparados com o estabelecido pelas Resoluções CONAMA n° 357/2005 (BRASIL, 2005) e n° 430/2011 (BRASIL, 2011), verificando os dados obtidos conforme sua classe de enquadramento de uso (piscicultura).

3.1.2. Análise Fitoplanctônica

Imediatamente após a coleta, as amostras foram identificadas e acondicionadas em caixa térmica com gelo e transportadas até o Laboratório de Ciências Ambientais (Laboratório UNIR – Presidente Médici), onde foram mantidas sob refrigeração até o término das análises conforme o Guia Nacional de Coleta e Preservação de amostras (BRANDÃO, 2011).

Foram analisadas cinco lâminas por amostra (uma gota de material sedimentado colocado entre lâmina e lamínula). A identificação dos organismos foi realizada utilizando-se microscópio óptico binocular (BIOVAL), com aumento de até 400 vezes, e posteriormente comparadas com ilustrações e descrições dos organismos encontrados em bibliografia especializada (BICUDO; MENEZES, 2006; FRANCESCHINI et al, 2010) e materiais disponíveis em *sites* especializados (apêndice I).

Os organismos foram identificados em nível de gênero e classificados nos seguintes grupos: Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Coscinodiscophyceae, Cyanophyceae, Euglenophyceae, Fragilariophyceae, Trebouxiophyceae, Xanthophyceae e Zygnemaphyceae.

A frequência de ocorrência dos espécies foi calculada segundo Mateucci e Colma (1982) apud SOUSA et al (2009) utilizando a relação entre o número de amostras, nas quais cada espécie ocorreu, e o número total de amostras analisadas, tendo sido estabelecidas as seguintes categorias: muito frequente ($\geq 75\%$), frequente ($< 75\%$ e $\geq 50\%$), pouco frequente ($< 50\%$ e $\geq 25\%$) e esporádica ($< 25\%$).

Para melhor entendimento dos valores apresentados a seguir, visando enriquecer as discussões sobre os parâmetros estudados com a dinâmica da piscicultura realizadas anotações auxiliares, dentre as de maior relevância e influencia na mesma destaca-se:

- Horário de realização das coletas: em média se iniciaram às 9:30 e foram até as 11:10hs.
- Ciclo de produção: na piscicultura Santa Helena este se inicia no mês de fevereiro, desta forma os dados coletados abrangeram a metade final do ciclo de engorda do *Collossoma macropomum* de 2013 (agosto, outubro e dezembro) e início do novo ciclo de 2014 (fevereiro e maio).
- Pluviometria: em outubro no dia anterior a coleta houve a primeira chuva com alto índice pluviométrico, com lixiviação d'água por cima dos diques inundando os viveiros, havendo a morte de 14 indivíduos de *Collossoma macropomum* (três no viveiro 1, cinco no viveiro 2 e dois nos viveiros 3, 4 e 5).

- Despesca dos *Colossoma macropomum* foi realizada em dezembro totalizando 6.114 indivíduos pegos perfazendo 17.500 kg. O peso destes variou de 4,5 kg à 1,5 kg (média de 2,85 kg/indivíduo).
- Em fevereiro de 2014 foi dado início ao novo ciclo de produção, com a preparação dos viveiros em janeiro para a recepção dos juvenis (1200 juvenis/viveiro).
- Também foram utilizados os índices de precipitação dos Boletins Agroclimatológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2014).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Parâmetros Físico-químicos

O conhecimento da faixa ideal dos parâmetros físico-químicos é um fator crucial para o sucesso no cultivo de peixes e a fim de auxiliar produtores, técnicos e pesquisadores bem como também preservar os corpos hídricos, em 2005 criou-se a Resolução CONAMA 357/2005 que estabelece parâmetros físico-químicos para corpos de água onde haja pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo. Pois uma das principais preocupações referentes ao meio ambiente aquático é a eutrofização, no cultivo esta é causada em sua maioria pelo arraçoamento excessivo, por rações de baixa qualidade ou de balanceamento inadequados de nutrientes, acarretando em carências nutricionais e consequente enriquecimento hídrico, levando ao desequilíbrio do meio causando stress e dificuldades de desenvolvimento dos peixes, ou até morte.

5.1.1. Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os resultados obtidos no parâmetro do pH, variaram de pouco ácido a alcalino (6,4 a 9,4). O valor mínimo foi registrado em maio/2014, no abastecimento e no viveiro 1, na profundidade de 20%, com valor de pH = 6,4, e o valor máximo no viveiro 5, na entrada, em fevereiro/2014, com a profundidade de 80%, com valor de pH = 9,4 (tabela 1).

Tabela 1 – Valores do Potencial Hidrogeniônico (pH) obtidos na Piscicultura Santa Helena.

Mês	Abast		V – 1				V – 3				V – 5				X''	DP
	Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída			
	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%		
A	7,1	7,0	7,2	7,1	7,0	7,1	7,7	7,5	7,9	7,7	7,6	7,5	7,8	7,5	7,4	±0,3
O	6,6	6,6	7,0	7,1	7,1	7,1	7,5	7,2	8,0	7,5	8,6	8,1	7,9	7,9	7,5	±0,6
D	7,0	7,0	7,1	7,4	7,4	7,4	7,6	7,7	7,5	7,5	7,6	7,3	7,4	7,3	7,4	±0,2
F	7,1	7,2	8,4	7,7	8,2	7,8	7,9	7,9	8,0	7,9	8,8	9,4	8,9	9,2	8,2	±0,7
M	6,4	6,5	6,5	6,6	6,4	6,6	6,9	6,9	7,0	7,1	7,0	7,1	7,1	7,2	6,8	±0,3
X'	6,9	6,9	7,3	7,2	7,2	7,2	7,5	7,4	7,7	7,5	7,9	7,9	7,8	7,8		
DP	±0,3	±0,3	±0,7	±0,4	±0,6	±0,4	±0,4	±0,4	±0,4	±0,3	±0,7	±0,9	±0,7	±0,8		

Nota: Abreviaturas

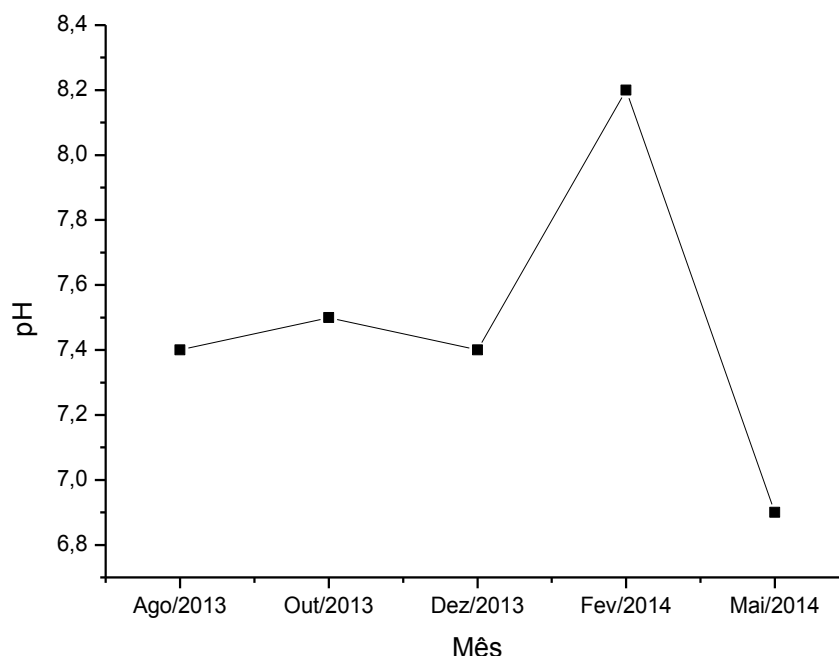
Abast = Viveiro abastecimento; V-1 = Viveiro 1; V-3 = Viveiro 3; V-5 = Viveiro 5; A = ago/2013; O = out/2013; D = dez/2013; F = fev/2014; M = mai/2014; X' = média pH por ponto de coleta; X'' = média de pH dos viveiros por mês; DP = desvio padrão.

Os valores de pH estão de acordo com os valores de referência entre 6,0 e 9,0, propostos na Resolução CONAMA nº 357/2005, para águas doces classe 2, e próximos aos

padrões específicos para aquicultura desenvolvidos por Boyd e Tucker (1998) apud Millan (2009), que são de pH entre 7,0 e 9,0 para a piscicultura. Segundo Ceccarelli et al (2000), o pH ótimo para o cultivo de peixes tropicais deve permanecer entre 7,0 e 8,0, mas Resende et al. (1985), também obteve bons resultados cultivando peixes com pH variando de 4,9 a 8,3. Conforme Zweig et al. (1999) apud Copatti; Amaral (2009) os valores de pH neutros e ligeiramente alcalinos têm sido recomendados como sendo apropriados para o cultivo de espécies comerciais de água doce.

Este elevado valor do pH no mês de fevereiro/2014 (gráfico 1) esta correlacionada com a calagem/adubação dos viveiros ocorrida no final de janeiro/2014. Para o sucesso da aquicultura é importante manter os parâmetros físico-químicos dentro dos padrões estabelecidos para cada espécie aquícola procurando diminuir ao máximo as variações dos mesmos. Algumas espécies de peixes não conseguem se adaptar as variações bruscas do pH da água, o que interfere em seu crescimento e osmorregulação. Muitas espécies de teleósteos sobrevivem a mudanças agudas do pH da água, abaixo de pH 4,0 e 5,0 ou acima de 9,0 e 10,0, mas exposições além destes valores tendem a ser letais dentro de poucas horas (COPATTI; AMARAL, 2009).

Gráfico 1 – Variação do Padrão Hidrogeniônico (pH) nos meses coletados.



É imprescindível verificar constantemente os valores de pH nas pisciculturas, uma vez que os peixes sofrem influência direta dessas variações por causa do processo de osmorregulação (COPATTI; AMARAL, 2009). Este processo ocorre devido à capacidade dos

peixes em manter a concentração osmótica de seu fluido corporal relativamente constante sendo este diferente da concentração do meio externo (WITHERS,1992 apud COPATTI; AMARAL, 2009). As brânquias dos peixes além de serem o principal sítio de trocas gasosas, também estão envolvidas nos processos de osmorregulação, equilíbrio ácido-básico, excreção de compostos nitrogenados e gustação, exercendo papéis vitais para o desenvolvimento dos peixes (MACHADO, 1999).

5.1.2. Oxigênio Dissolvido (OD)

O OD dos viveiros variaram de 0,95 à 7,5 mg.L⁻¹, o valor mínimo de OD ocorreu em outubro/2013, no viveiro de abastecimento, a 80% de profundidade, e o valor máximo foi atingido em agosto/2013, no viveiro 3 a 20% de profundidade e no viveiro 5 a 80% de profundidade (tabela 2). De modo que, os baixos valores de OD em outubro/2013 estão relacionados a uma chuva que lixiviou um grande volume de água com baixos níveis de OD devido à alta carga orgânica em decomposição vinda da pastagem transbordando para os viveiros na madrugada anterior a coleta (relato fornecido pelo piscicultor), como também a nebulosidade do céu inibindo a produção de fotossíntese por parte do fitoplâncton.

Tabela 2 – Valores de Oxigênio Dissolvido (mg.L⁻¹) obtidos na Piscicultura Santa Helena.

Mês	Abast		V – 1				V – 3				V – 5				X''	DP
	Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída			
	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%		
A	3,7	1,8	4,6	3,2	4,8	3,5	7,5	6,0	6,8	5,8	5,2	4,3	7,5	4,5	3,7	±1,7
O	2,2	1,0	2,8	1,1	1,7	1,3	3,5	1,5	5,0	2,7	6,9	5,4	4,6	3,9	2,2	±1,8
D	1,7	1,6	2,5	2,1	2,4	2,0	1,6	1,4	1,6	1,3	2,1	1,6	3,3	2,7	1,7	±0,6
F	2,1	1,4	4,0	2,8	3,5	3,1	3,7	2,8	3,1	2,3	4,3	3,7	5,7	5,3	2,1	±1,2
M	3,0	1,3	4,3	3,1	3,7	2,4	3,6	2,3	3,2	2,3	4,1	3,4	5,0	3,3	3,0	±0,9
X'	2,5	1,4	3,6	2,5	3,2	2,4	4,0	2,8	3,9	2,9	4,5	3,7	5,2	4,0		
DP	±0,8	±0,3	±0,9	±0,9	±1,2	±0,9	±2,2	±1,9	±2,0	±1,7	±1,7	±1,4	±1,5	±1,0		

Nota: Abreviaturas

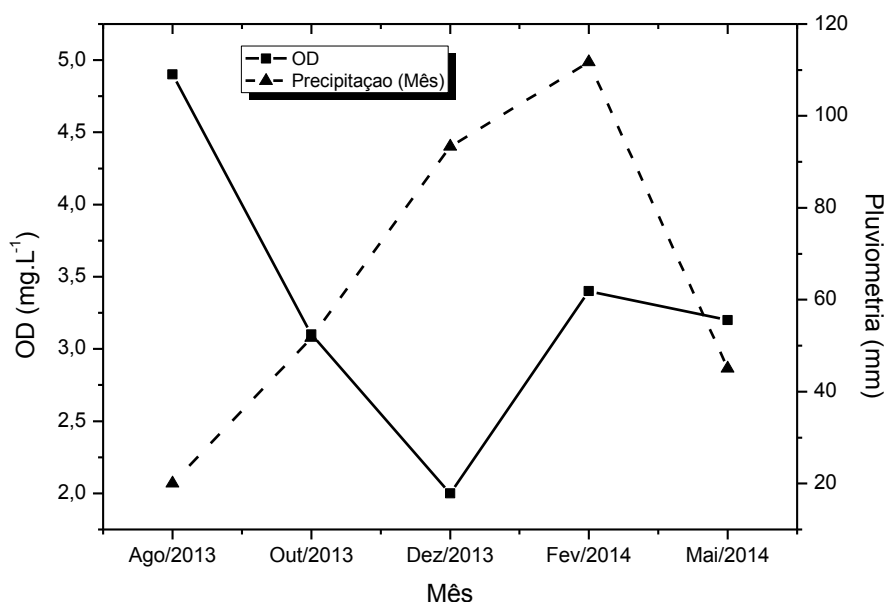
Abast = Viveiro abastecimento; V-1 = Viveiro 1; V-3 = Viveiro 3; V-5 = Viveiro 5; A = ago/2013; O = out/2013; D = dez/2013; F = fev/2014; M = mai/2014; X' = média OD por ponto de coleta; X'' = média de OD dos viveiros por mês; DP = desvio padrão.

Segundo Esteves (2011) o plâncton é tanto o maior produtor como consumidor de OD nos tanques e viveiros em sistemas de água parada ou de pequena renovação de água. Durante a noite o fitoplâncton cessa a produção de oxigênio e a concentração de OD diminui, atingindo níveis críticos durante a madrugada, somente a partir do início da manhã que os valores de OD aumentam, ocorrendo suas maiores taxas no período da tarde, consequentemente a concentração de OD é resultante da atividade metabólica dos diferentes

organismos aquáticos, mais especificamente do balanço entre os processos fotossintéticos e a atividade respiratória destes (FARIA et al, 2013).

Apesar de o valor mínimo ter ocorrido em outubro/2013, o menor valor médio de OD ocorreu em dezembro/2013 (gráfico 2), de forma que, a diminuição do índice de OD na água tende a uma relação inversamente proporcional a precipitação (chuva), porém na pesquisa de Silva et al (2008) no rio Purus não houve correlação significativa entre precipitação e OD, mas esta diminuição também pode estar correlacionada com o período de terminação da engorda do *Colosoma macropomum*, pois segundo Kubitza (1999) o consumo de oxigênio aumenta de acordo com a espécie e o seu tamanho, como também em função do estado nutricional e o grau de atividade dos peixes, temperatura da água, entre outros.

Gráfico 2 – Variação do Oxigênio Dissolvido em função da pluviometria.



Grande parte dos valores de OD obtidos em nossa pesquisa se apresentaram abaixo das condições adequadas ao ambiente aquático exigido pela Resolução CONAMA n° 357/2005, que sugere valores superiores a 5 mg.L⁻¹. Faria et al (2013) também classificam valores acima de 5 mg.L⁻¹ de OD na água como ideais, pois segundo o autor em valores entre 1 à 5 mg.L⁻¹ os peixes sobrevivem, mas pode haver diminuição das taxas de crescimento caso a exposição seja muito prolongada, e quando inferior a 1 mg.L⁻¹ é letal se exposto por tempo prolongado.

Com a falta de OD segundo Almeida-Val (1995) apud Azevedo e Takiyama (2008), os peixes direcionam toda sua energia para a sobrevivência, afetando outros processos como o crescimento ou o desenvolvimento das gônadas. Entre as adaptações morfológicas

apresentadas pelo *Colossoma macropomum*, destaca-se a expansão dermal reversível em torno do maxilar inferior, que são capazes de desenvolver em poucas horas (2 à 3), o que os possibilita aproveitar mais eficientemente o OD da superfície da água (ESTEVES; FURTADO, 2011). Kubitza (1999) ressalta que baixas concentrações de OD na água podem causar atraso no crescimento, redução na eficiência alimentar dos peixes, aumento na incidência de doenças e na mortalidade dos peixes, resultando em sensível redução na produtividade dos sistemas aquaculturais.

Mesmo com o OD abaixo do exigido na maioria dos pontos amostrados nas coletas da Piscicultura Santa Helena não foi observado o adensamento de peixes na superfície da coluna d'água em busca de OD, bem como afirma o piscicultor da propriedade os exemplares que foram coletados para biometria mensal realizada por ele não apresentaram extensão dermal, de modo que, deve-se considerar que as amostras foram coletadas nos horários entre 9:30 às 11:10hs da manhã, que é um período considerado de baixa produção fotossintetizante. Porém os indivíduos despescados em dezembro estavam despadronizados variando o peso de 1,5 à 4,5 kg, e conforme Faria et al (2013) peixes expostos por tempo prolongado a OD entre 1 e 5 mg.L⁻¹ pode apresentar diminuição das taxas de crescimento, podendo serem às baixas taxas de OD um dos fatores contribuintes para diminuição de crescimento de parte dos indivíduos.

5.1.3. Temperatura (T)

A temperatura da água variou de 26,6 a 30,1°C, as menores T foram registradas no abastecimento a 80% de profundidade em outubro/2013 e fevereiro/2014, e o maior valor ocorreu no viveiro 1, a 20% de profundidade, em dezembro/2013 (tabela 3).

Tabela 3 – Valores de Temperatura (°C) obtidos na Piscicultura Santa Helena.

Mês	Abast		V – 1				V – 3				V – 5				X''	DP
	Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída			
	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%		
A	28,6	27,7	28,6	28,3	28,7	28,4	28,9	28,6	29,0	28,7	28,8	28,7	29,1	28,6	28,6	±0,3
O	27,7	26,6	29,2	28,7	28,7	28,5	28,9	28,6	29,2	28,8	29,2	28,9	29,2	28,6	28,6	±0,7
D	28,0	27,6	30,1	30,0	30,1	30,0	29,7	29,7	29,7	29,7	29,8	29,8	29,9	29,9	29,6	±0,8
F	26,7	26,6	27,9	27,7	27,8	27,8	27,9	27,9	27,9	27,9	27,7	27,7	27,7	27,8	27,6	±0,4
M	28,1	27,4	29,6	29,2	29,7	29,4	29,2	29,1	29,2	29,1	29,2	29,2	29,6	29,3	29,1	±0,6
X'	27,8	27,2	29,1	28,8	29,0	28,8	28,9	28,8	29,0	28,8	28,9	28,9	29,1	28,8		
DP	±0,7	±0,5	±0,9	±0,9	±0,9	±0,9	±0,7	±0,7	±0,7	±0,7	±0,8	±0,8	±0,8	±0,8		

Nota: Abreviaturas

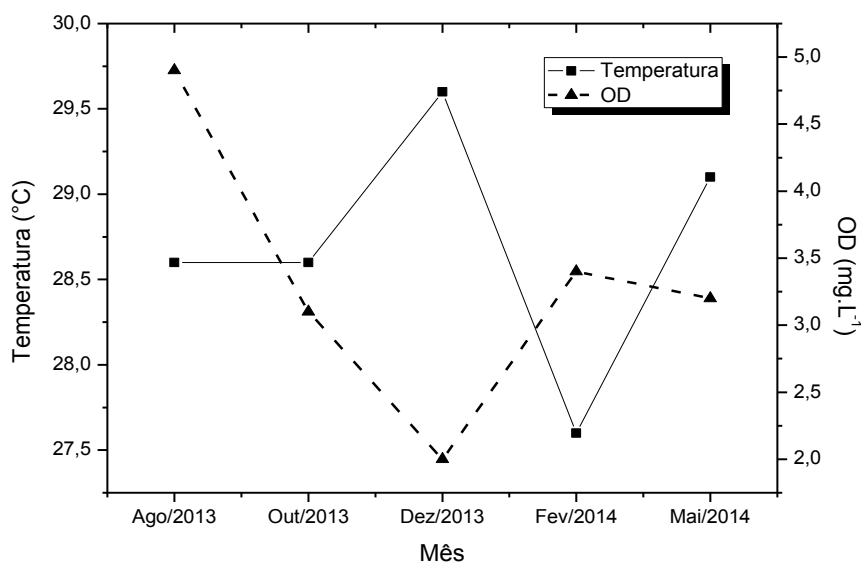
Abast = Viveiro abastecimento; V-1 = Viveiro 1; V-3 = Viveiro 3; V-5 = Viveiro 5; A = ago/2013; O = out/2013; D = dez/2013; F = fev/2014; M = mai/2014; X' = média T por ponto de coleta; X'' = média de T dos viveiros por mês; DP = desvio padrão.

Os valores registrados estão dentro dos padrões sugeridos por Boyd e Tucker (1998) apud Millan (2009) específicos para aquicultura, e superior a T indicado por Watanabe et al (2007) onde estes afirmam que peixes de águas tropicais geralmente vivem bem com temperaturas entre 20 – 28°C, sendo que acima de 28°C estes perdem totalmente o apetite, podendo ocorrer mortalidade em temperaturas superiores a 32° C. Condições semelhantes foram observadas por Graef et al (1987) e Resende et al (1985), cultivando peixes em represas na região Amazônica, em temperaturas de 27°C a 31°C, sendo tais T como propícias para o cultivo de organismos tropicais, já para Faria et al (2013) a temperatura ideal para o desenvolvimento de peixes tropicais em viveiros de engorda situa-se entre 25°C e 32°C.

A temperatura da água é um dos fatores mais importantes nos fenômenos químicos e biológicos existentes em um viveiro sendo uma das variáveis mais relevantes na piscicultura, pois os peixes são pecilotérmicos (temperatura corporal varia de acordo com o ambiente) não possuindo capacidade de manter a temperatura corporal constante, desta forma a temperatura da água exerce influência direta nos processos fisiológicos, como a taxa de respiração, assimilação do alimento, crescimento, reprodução e comportamento (FARIA et al, 2013).

Conforme Faria et al (2013) o aumento da temperatura da água ocasiona a diminuição da concentração de OD, o que é devido segundo Kubitzka (1998b) a redução da solubilidade do oxigênio na água com o aumento da temperatura. Essa relação pode ser observada nos valores médios bimestrais da T que obteve uma correlação inversamente proporcional ao OD (gráfico 3), conforme o mesmo autor, o aumento da T dificulta o processo de respiração dos peixes, em contrapartida, baixas temperaturas podem provocar redução das atividades metabólicas, diminuição da imunidade, facilitando o aparecimento de doenças e, em casos extremos, pode ser letal.

Gráfico 3 – Variação do Oxigênio Dissolvido em função da Temperatura.



5.1.4. Alcalinidade

A alcalinidade variou entre 50 a 195 mg.L⁻¹ de CaCO₃, estando dentro dos valores indicados por Queiroz e Boeira (2006), já Boyd (1990) apud Millan (2009) diz que para criação de peixes é recomendado valores de alcalinidade da água entre 25 e 100 mg.L⁻¹, o menor valor de alcalinidade ocorreu em outubro/2013, no viveiro 5, na entrada de água a 20% de profundidade, o maior valor para alcalinidade ocorreu em fevereiro/2014, na saída de água a 20% de profundidade, no viveiro 3 (tabela 4).

Tabela 4 – Valores de Alcalinidade (mg.L⁻¹ de CaCO₃) obtidos na Piscicultura Santa Helena.

Mês	Abast		V – 1				V – 3				V – 5				X''	DP
	Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída			
	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%		
A	80	75	80	100	85	85	85	100	70	85	90	115	100	90	88,6	±11,8
O	65	60	75	85	75	70	90	60	105	70	50	85	95	70	75,4	±15,1
D	55	65	80	90	70	65	60	95	80	80	55	90	120	90	78,2	±18,1
F	110	120	110	135	125	165	165	175	195	180	75	95	70	70	127,9	±42,5
X'	77,5	80,0	86,3	102,5	88,8	96,3	100,0	107,5	112,5	103,8	67,5	96,3	96,3	80,0		
DP	±24,0	±27,4	±16,0	±22,5	±25,0	±46,6	±45,3	±48,4	±56,9	±51,2	±18,5	±13,1	±20,6	±11,5		

Nota: Abreviaturas

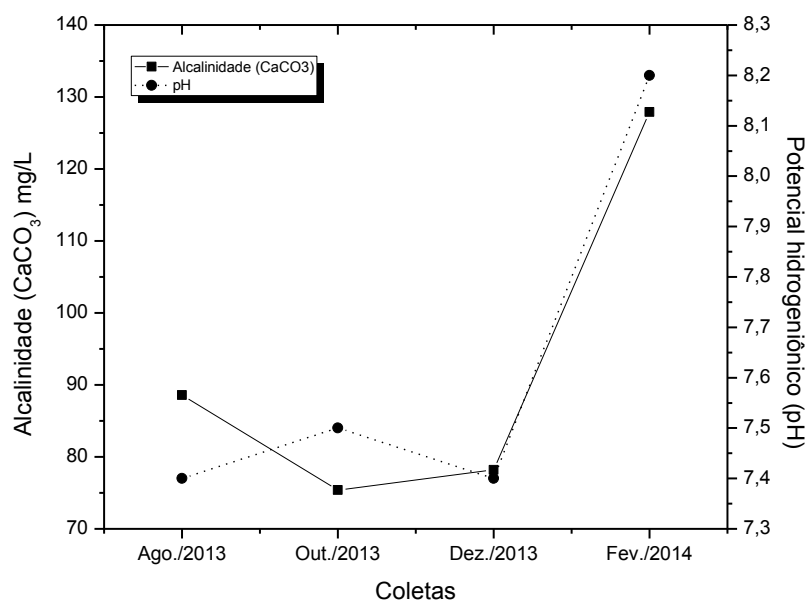
Abast = Viveiro abastecimento; V-1 = Viveiro 1; V-3 = Viveiro 3; V-5 = Viveiro 5; A = ago/2013; O = out/2013; D = dez/2013; F = fev/2014; M = mai/2014; X' = média alcalinidade por ponto de coleta; X'' = média de alcalinidade dos viveiros por mês; DP = desvio padrão.

A alcalinidade é a capacidade da água de neutralizar sua acidez, dada pela soma de bases tituláveis, sendo expressa em mg.L⁻¹ de carbonato de cálcio (CaCO₃), possuindo uma quantidade expressiva de bases, incluindo carbonatos (CO₃²⁻), bicarbonatos (HCO₃¹⁻), hidróxidos (OH¹⁻), silicatos (SiO₄⁴⁻), ortofosfatos (PO₄³⁻), amônia (NH₃) e vários compostos orgânicos que ocorrem na água, entretanto, os bicarbonatos, carbonatos, e hidróxidos são considerados as bases predominantes nas águas naturais, e nos viveiros de piscicultura os bicarbonatos e os carbonatos são encontrados em maiores concentrações do que as outras bases (QUEIROZ; BOEIRA, 2006).

Segundo Queiroz e Boeira (2006) uma das formas de minimizar variações bruscas de pH em tanques é mantendo a alcalinidade da água em valores acima de 40 até 250 mg.L⁻¹ de CaCO₃, sendo denominado, tal efeito da alcalinidade sobre o pH, de efeito tampão, na piscicultura pode-se elevar o pH com a alcalinidade, através da aplicação de calcário agrícola, com a utilização deste produto, ocorre a neutralização da acidez da água. Sendo águas com baixa alcalinidade (< 20 - 40 ppm) indesejáveis para a piscicultura, pois afetam negativamente o crescimento de peixes além de a produção de fitoplâncton se tornar limitada pela

concentração inadequada de CO_3^{2-} e HCO_3^{1-} . Este efeito tampão pode ser observado na amostra de fevereiro (gráfico 4) devido à calagem feita em janeiro/2014 antes de iniciar o novo ciclo de produção.

Gráfico 4 – Variação do Padrão Hidrogeniônico em função da Alcalinidade.



5.1.5. Condutividade Elétrica (CE)

A condutividade variou de 64,8 à 155,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$, o valor mínimo de CE ocorreu em outubro/2013 à 20% de profundidade, e o máximo em agosto/2013 na saída à 80% de profundidade (tabela 5).

Tabela 5 – Valores de Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) obtidos na Piscicultura Santa Helena..

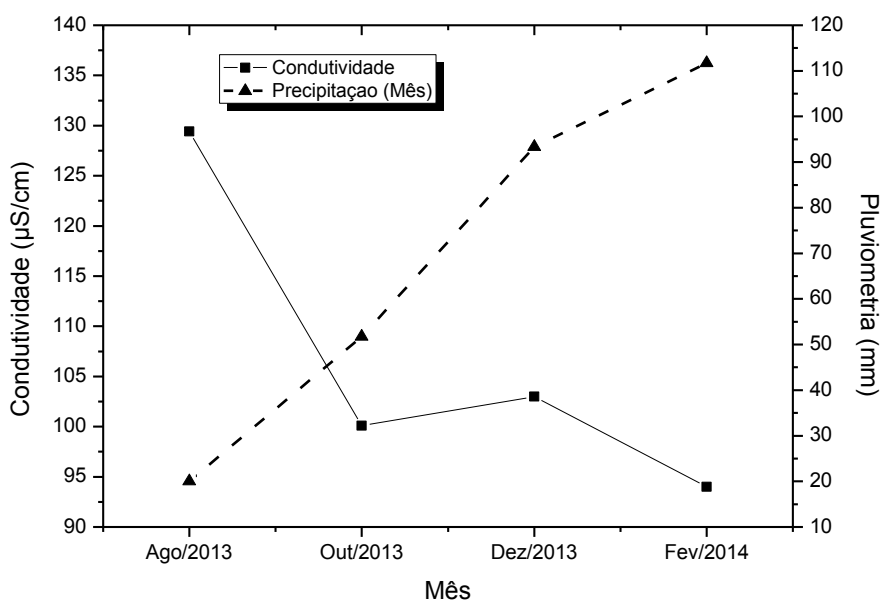
Mês	Abast		V – 1				V – 3				V – 5				X''	DP
	Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída			
	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%		
A	103,7	103,8	117,8	117,5	116,1	115,5	130,8	132,1	129,1	129,0	154,0	152,2	154,9	155,4	129,4	±18,4
O	64,8	67,1	103,4	93,3	98,8	91,5	101,2	105,1	103,7	105,2	110,2	114,5	120,5	122,3	100,1	±17,0
D	101,3	96,7	102,1	100,2	97,6	101,8	98,7	99,8	100,6	97,9	108,9	113,8	110,7	111,4	103,0	±5,7
F	84,2	81,9	85,9	91,4	89,4	90,7	87,3	93,3	93,1	94,5	107,0	106,3	104,8	106,1	94,0	±8,7
M	87,6	88,1	90,4	91,0	90,8	92,3	100,2	102,2	103,1	111,1	113,3	114,2	115,0	102,5	100,1	±10,2
X'	88,3	87,5	99,9	98,7	98,5	98,4	103,6	106,5	105,9	107,5	118,7	120,2	121,2	119,5		
DP	±15,6	±14,1	±12,5	±11,2	±10,6	±10,6	±16,2	±15,0	±13,6	±13,6	±19,9	±18,2	±19,7	±21,4		

Nota: Abreviaturas

Abast = Viveiro abastecimento; V-1 = Viveiro 1; V-3 = Viveiro 3; V-5 = Viveiro 5; A = ago/2013; O = out/2013; D = dez/2013; F = fev/2014; M = mai/2014; X' = média CE por ponto de coleta; X'' = média de CE dos viveiros por mês; DP = desvio padrão.

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, a condutividade elétrica não deve ultrapassar 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nos viveiros 3 e 4 e no mês de agosto/2013 em todos os viveiros os valores da CE foram superiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, indicando uma relação inversamente proporcional aos níveis pluviométricos (gráfico 5), apresentando seus valores máximos no agosto, que foi o mês que apresentou os menores índices de pluviosidade, apresentando similaridade com os resultados de Silva et al (2008) onde a CE obteve seus máximos de no final da estação seca, ou seja, com o aumento dos níveis pluviométricos há uma maior dissolução da concentração de íons presente na água .

Gráfico 5 – Variação da Condutividade Elétrica em função Precipitação Pluviosidade.



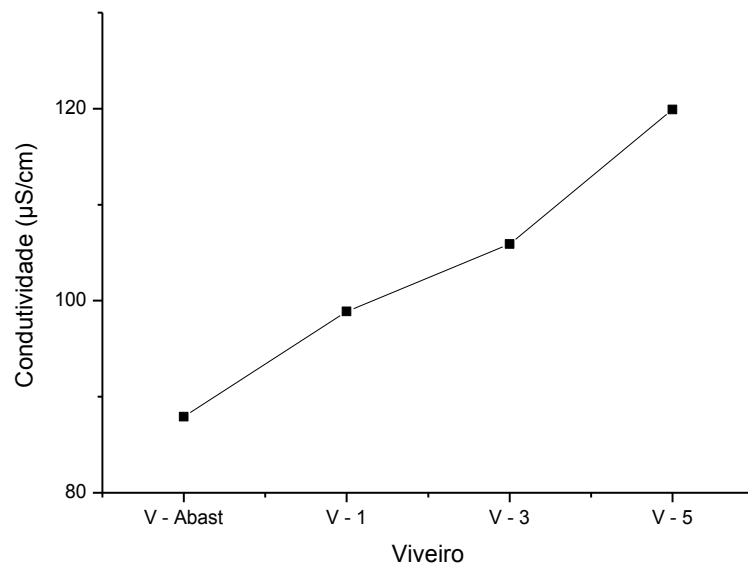
O valor médio da CE por viveiro nos mostra que a concentração iônica vai aumentando gradativamente do viveiro de abastecimento até viveiro 5 (gráfico 6).

Este aumento da CE está correlacionado com o tipo do sistema de abastecimento de água não individualizado, ou seja, quando a água de um viveiro abastece o outro, os íons advindos dos viveiros a montante vão se acumulando no viveiro a jusante, atribuindo sempre ao viveiro seguinte água de baixa qualidade para o cultivo.

5.1.6. Nitrogênio

Em sistemas de criação, o alimento introduzido na água é o principal fator condicionante da dinâmica do nitrogênio. Fertilizantes nitrogenados amoniacais, como sulfato de amônio $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$, nitrato de amônio $((\text{NH}_4)(\text{NO}_3))$, ortofosfatos (PO_4^{3-}) e ureia $((\text{NH}_2)_2\text{CO})$ contribuem para o aumento da concentração de amônia na água (KUBITZA, 1999). Compostos esses que serão metabolizados a partir de processos de nitrificação e a

Gráfico 6 – Variação da Condutividade Elétrica nos viveiros.



desnitrificação. Assim, o alimento (matéria orgânica) não aproveitado passará pelos processos de decomposição, assimilação e mineralização, e parte desses produtos poderá ser assimilado pelas microalgas, muitas vezes promovendo desenvolvimento descontrolado e possivelmente, o surgimento de florações (PEREIRA; MERCANTE, 2005).

No ambiente aquático, o nitrogênio pode ser encontrado sob diferentes formas, dentre as mais importantes para a piscicultura estão a de nitrito (NO_2^{1-}), nitrato (NO_3^{1-}), amônia (NH_3) e íon amônio (NH_4^{1+}). A quantidade e a natureza de seus compostos muitas vezes determinam a produtividade total do sistema aquático, e em alguns casos, a disponibilidade desses compostos controla a biomassa algal (SIPAÚBA-TAVARES, 1998 apud MERCANTE, 2005).

5.1.6.1. Amônia não ionizada (NH_3)

Os resultados obtidos para a amônia não ionizada variaram entre 0,0 a $1,81 \text{ mg.L}^{-1}$, sendo registrado o menor valor em outubro/2013 no viveiro 3, na saída de água a 20% de profundidade, e o maior valor também foi registrado em outubro/2013, porém na saída de água do viveiro 1 a 80% de profundidade (tabela 6).

O valor encontrado para a amônia neste estudo está dentro do padrão exigido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 de $2,18 \text{ mg.L}^{-1}$ para de corpos aquáticos utilizados para pesca ou cultivo de organismos pra fins de consumo intensivo. De acordo com Kubitza (1999), valores de amônia não ionizada acima de $0,20 \text{ mg.L}^{-1}$ são suficientes para induzir toxicidade crônica e levar à diminuição do crescimento e da tolerância dos peixes a doenças,

entre 0,70 e 2,40 mg.L⁻¹ podem ser letais para os peixes, quando expostos frequentemente a concentrações de amônia acima de 0,02 mg.L⁻¹ pode haver intensa irritação e inflamação nas

Tabela 6 – Valores de Amônia não ionizada (mg.L⁻¹) obtidos na Piscicultura Santa Helena.

Mês	Abast		V – 1				V – 3				V – 5				X''	DP
	Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída			
	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%		
A	0,43	0,55	0,57	0,65	0,96	0,75	1,14	1,22	1,01	1,13	1,32	1,26	1,50	1,34	0,99	±0,34
O	0,30	0,30	1,77	1,67	1,73	1,81	0,07	0,16	0,00	0,10	0,17	0,02	0,15	0,14	0,60	±0,76
D	1,31	1,01	1,32	1,71	0,29	1,12	0,94	1,20	1,09	0,86	1,07	1,02	1,24	1,41	1,11	±0,32
F	0,17	0,31	0,54	0,51	0,34	0,50	0,50	0,59	0,50	0,68	0,24	0,18	0,02	0,25	0,38	±0,19
X'	0,55	0,54	1,05	1,14	0,83	1,05	0,66	0,79	0,65	0,69	0,70	0,62	0,73	0,79		
DP	±0,52	±0,33	±0,60	±0,64	±0,67	±0,57	±0,48	±0,51	±0,51	±0,44	±0,58	±0,61	±0,75	±0,68		

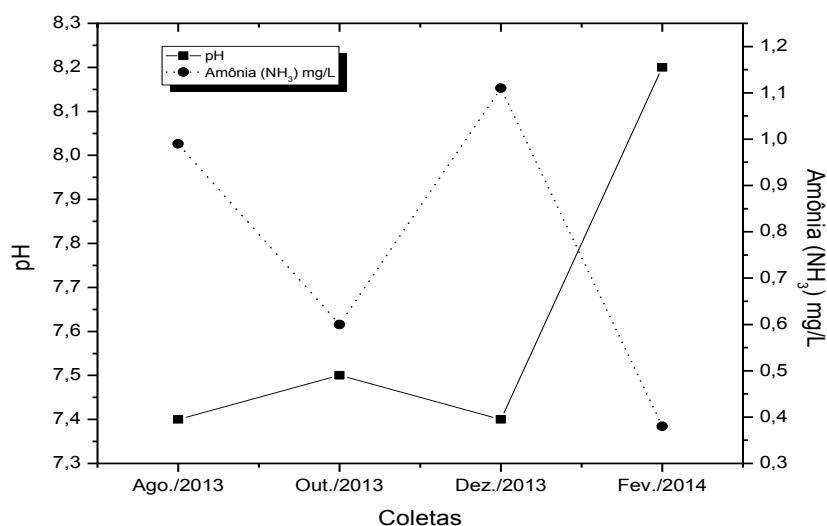
Nota: Abreviaturas

Abast = Viveiro abastecimento; V-1 = Viveiro 1; V-3 = Viveiro 3; V-5 = Viveiro 5; A = ago/2013; O = out/2013; D = dez/2013; F = fev/2014; M = mai/2014; X' = média NH₃ por ponto de coleta; X'' = média de NH₃ dos viveiros por mês; DP = desvio padrão.

brânquias, sendo que este efeito também pode ocorrer mesmo na ausência de níveis detectáveis de amônia total na água.

Em outubro/2013 morreram 14 indivíduos *Colossoma macropomum* [viveiro 1 (3); viveiro 2 (5); viveiro 3, 4 e 5 (morreram 2 indivíduos cada)] (informações coletadas com o piscicultor), neste mês também ocorreram florações (abordada no item 5.2). Segundo Kubitza (1999) grande elevação do pH (gráfico 7) da água durante períodos de intensa fotossíntese prejudicam a excreção da amônia, resultando na autointoxicação dos peixes pela amônia gerada em seus próprios processos metabólicos.

Gráfico 7 – Variação da Amônia em função Potencial Hidrogeniônico.



Conforme Pereira e Mercante (2005) quanto mais elevado for o pH, maior será a porcentagem da amônia total presente na forma NH_3 , ou seja, em pH mais alcalino ocorre maior transformação do íon amônio (NH_4^{1+}) em amônia livre e gasosa (NH_3), tóxica aos peixes, não sendo tal relação observada do Figura a seguir, o que pode estar correlacionado ao auto consumo do N pela comunidade fitoplanctônica durante a floração ocorrida neste mês.

O conhecimento e o controle periódico dos níveis de NH_3 é de grande importância para aquicultura, na piscicultura em questão não foi detectado nenhuma patologia, mas deve-se considerar que a piscicultura Santa Helena ainda é recente e seu cultivo se enquadra no sistema semi-intensivo, mas com o tempo esses parâmetros podem se agravar trazendo prejuízos para a atividade, pois, a intoxicação por amônia é a condição principal para o estabelecimento da Doença Ambiental das Brânquias (DAB), doença esta (ou síndrome) que geralmente causa grande mortalidade de peixes em piscicultura intensiva (KUBITZA, 1999). Isso ocorre porque a amônia na forma não-ionizada (NH_3), e em concentração elevada, pode prejudicar a transformação da energia dos alimentos em ATP, com isso inibindo o crescimento dos peixes e provocando a desaminação dos aminoácidos, o que por sua vez, impede a formação de proteínas, elemento essencial no crescimento dos animais (PEREIRA; MERCANTE, 2005).

5.1.6.2. Amônia ionizada (NH_4^{1+})

A amônia ionizada (NH_4^{1+}) variou entre 0,0 a 1,92 mg.L^{-1} , sendo registrado seu menor valor em outubro/2013, viveiro 3, saída de água, a 20%, e seu maior valor também foi obtido em outubro/2013 no viveiro 1, saída da água, em 80% de profundidade (tabela 7).

A amônia ionizada (NH_4^{1+}) é pouco tóxica, sendo a forma não ionizada mais agravante para os peixes (KUBITZA, 1999). Na piscicultura intensiva, a principal fonte de compostos nitrogenados incorporados à água é a alimentação, no início das criações, quando a biomassa é ainda pequena, observam-se baixos níveis de amônia – compostos resultantes do catabolismo das proteínas, que aumentam proporcionalmente ao aumento da quantidade de alimento fornecido e da biomassa (HURVITZ et al, 1997, apud CAVERO et al, 2004). O que pode ser notado nos resultados obtidos em fevereiro/2014, (início do novo ciclo de produção), onde os valores de NH_3 e NH_4^{1+} foram baixos (gráfico 8) em relação ao mês de dezembro/2013 (fim do ciclo de produção), mês de valor mais elevado para a amônia ionizada e não ionizada.

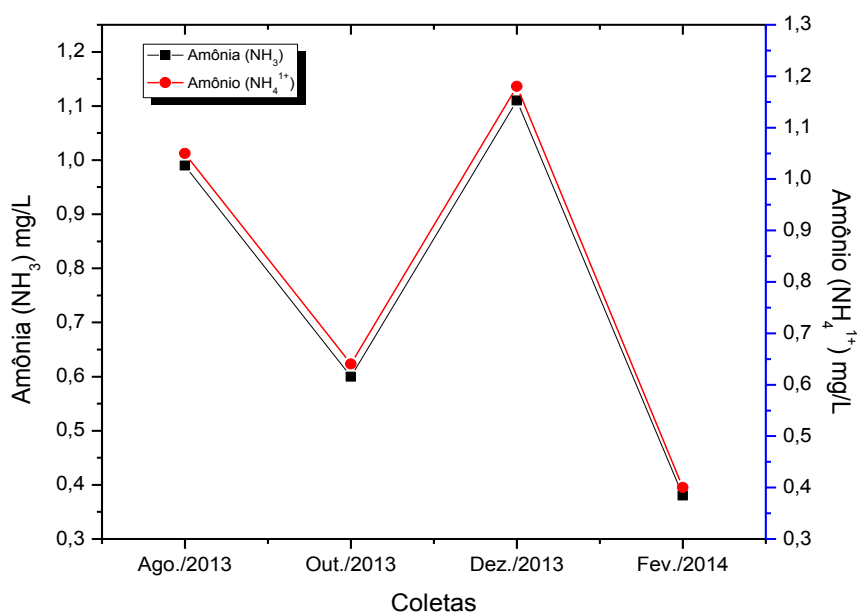
Tabela 7 – Valores de Amônia ionizada (mg.L^{-1}) na Piscicultura Santa Helena.

Mês	Abast		V – 1				V – 3				V – 5				X''	DP
	Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída			
	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%		
A	0,46	0,59	0,60	0,69	1,02	0,80	1,20	1,30	1,07	1,20	1,40	1,33	1,59	1,42	1,05	±0,36
O	0,32	0,31	1,88	1,77	1,84	1,92	0,08	0,17	0,0	0,11	0,18	0,02	0,16	0,15	0,64	±0,80
D	1,39	1,08	1,40	1,81	0,31	1,19	1,00	1,28	1,16	0,92	1,14	1,08	1,32	1,49	1,18	±0,34
F	0,18	0,33	0,57	0,54	0,36	0,53	0,53	0,62	0,53	0,72	0,25	0,19	0,02	0,26	0,40	±0,20
X'	0,59	0,58	1,11	1,20	0,88	1,11	0,70	0,84	0,69	0,74	0,74	0,66	0,77	0,83	0,82	±0,20
DP	±0,55	±0,36	±0,64	±0,68	±0,72	±0,60	±0,50	±0,55	±0,54	±0,46	±0,62	±0,65	±0,80	±0,72	±0,36	

Nota: Abreviaturas

Abast = Viveiro abastecimento; V-1 = Viveiro 1; V-3 = Viveiro 3; V-5 = Viveiro 5; A = ago/2013; O = out/2013; D = dez/2013; F = fev/2014; M = mai/2014; X' = média NH_4 por ponto de coleta; X'' = média de NH_4 dos viveiros por mês; DP = desvio padrão.

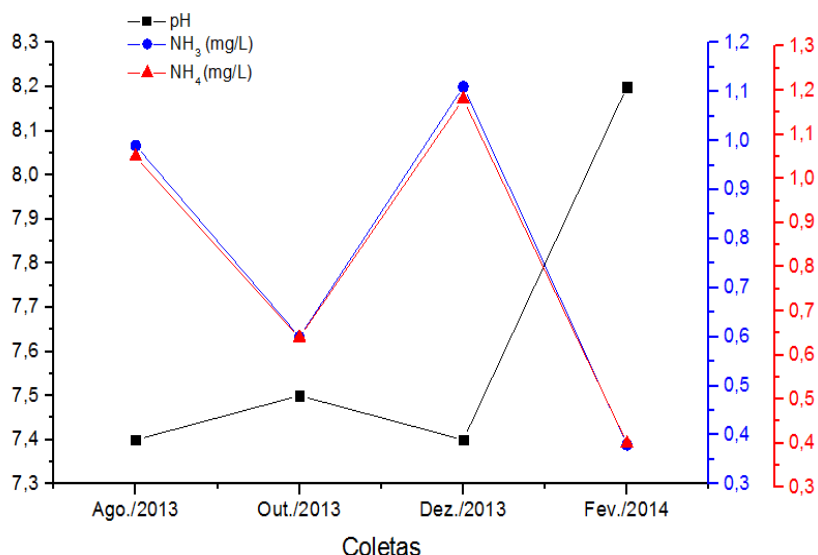
Gráfico 8 – Variação da Amônia não ionizada e ionizada.



Quando o pH é inferior a 8,5, ou seja, quando o meio passa de alcalino a neutro ou ácido, verifica-se que NH_4^{1+} predomina, enquanto NH_3 prevalece quando o pH está acima de 10, ou seja, quando o meio é alcalino. Por essa razão, quanto mais elevado for o pH, maior será a porcentagem da amônia total presente como NH_3 , forma não ionizada (forma tóxica) (ESTEVES, 2011), o que não pode ser claramente observado neste estudo pois o pH não alcançou valores superiores 8,5 (gráfico 9).

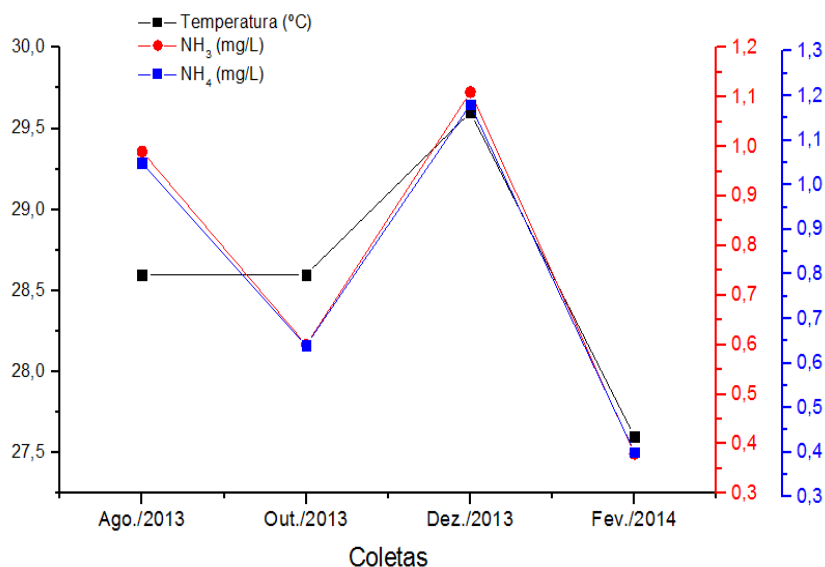
Esteves e Amado (2011) explicam que no meio aquático, especialmente quando o pH é ácido ou neutro, a amônia formada é instável, sendo convertida por hidratação a íon amônio

Gráfico 9 – Variação da Amônia não ionizada e ionizada em função Potencial Hidrogeniônico.



(NH₄¹⁺), em meio alcalino, a possibilidade de ocorrência desse processo é muito reduzida, podendo causar aumento da concentração da forma não ionizada (NH₃). A proporção entre NH₃ e NH₄¹⁺ é uma função do pH assim como também da temperatura da água (gráfico 10), a amônia tóxica ocorrendo com maior frequência em pH acima de 9 (KUBITZA, 1999).

Gráfico 10 – Variação da Amônia média não ionizada e ionizada em função Temperatura



Em um experimento realizado com tambaqui (*Colossoma macropomum*) Ismiño-Orbe et al (2003) observaram que o pico de excreção de amônia ocorreu quatro horas após a

ingestão de alimento e a quantidade de amônia excretada pelo tambaqui esteve diretamente proporcional à massa do peixe e inversamente à temperatura, ao contrário da relação que se observou da temperatura com a amônia na Piscicultura Santa Helena (figura 10).

Segundo Pereira e Mercante (2005) a entrada de quantidades excessivas de fósforo e nitrogênio promove o crescimento de algas que associado a altas temperaturas, fará com que ocorra aumento da concentração de amônia na água.

5.1.6.3. Nitrito (NO_2^{-})

Os valores obtidos para o parâmetro nitrito variaram entre 0,0 a 0,8 mg.L^{-1} , onde o valor mínimo foi registrado todos os meses em todos os viveiros (abastecimento, 1, 3 e 5) principalmente no abastecimento a 80% de profundidade não ocorrendo NO_3^{-} , no viveiro 5 na coleta de fevereiro/2014 (tabela 8). O valor máximo foi registrado em outubro/2013 no viveiro 1 à 20% de profundidade (0,8 mg.L^{-1}).

Tabela 8 – Valores de Nitrito (mg.L^{-1}) obtidos na Piscicultura Santa Helena.

Mês	Abast		V – 1				V – 3				V – 5				X''	DP
	Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída			
	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%		
A	0,0	0,7	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,06	±0,18
O	0,02	0,0	0,08	0,07	0,07	0,04	0	0,01	0,0	0,0	0,01	0,05	0,01	0	0,03	±0,03
D	0,01	0,0	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,0	0,0	0,02	0,01	±0,01
F	0,03	0,0	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	0,0	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	±0,01
X'	0,02	0,18	0,03	0,03	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	±0,04
DP	±0,01	±0,35	±0,03	±0,03	±0,03	±0,01	±0,01	±0,01	±0,01	±0,01	±0,01	±0,02	±0,01	±0,01	±0,03	

Nota: Abreviaturas

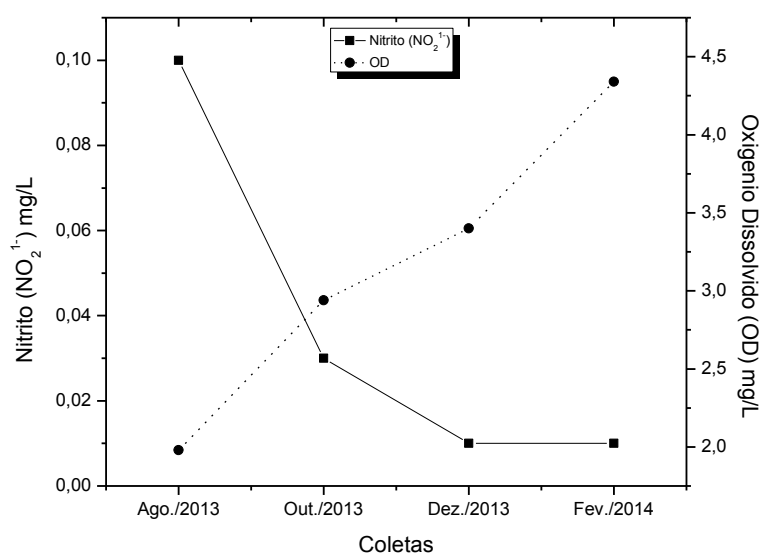
Abast = Viveiro abastecimento; V-1 = Viveiro 1; V-3 = Viveiro 3; V-5 = Viveiro 5; A = ago/2013; O = out/2013; D = dez/2013; F = fev/2014; M = mai/2014; X' = média NO_2^{-} por ponto de coleta; X'' = média de NO_2^{-} dos viveiros por mês; DP = desvio padrão.

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005 os valores do nitrito não devem exceder a 1 mg.L^{-1} , portanto os valores encontrados neste estudo estão dentro dos padrões estipulados para aquicultura, não prejudicando o crescimento e a imunoresistência dos peixes, pois segundo Kubitza (2003) altas concentrações de nitrito de 0,3 a 0,5 mg.L^{-1} podem causar redução no crescimento e resistência dos peixes a doenças.

Kubitza (2003) descreve que o nitrito sendo um produto intermediário na oxidação biológica da amônia a nitrato (nitrificação), concentrações elevadas podem ocorrer em consequência de poluição orgânica ou teor de OD baixo, de modo que para a piscicultura Santa Helena (gráfico 11) essa relação ocorreu em relação ao OD, visto que a água do viveiro

de abastecimento é a que menos sofre a influencia de enriquecimento orgânico, pois este não é utilizado para cultivo e a água que o abastece provem da nascente da propriedade. Para os peixes, o nitrito é muito tóxico, pois combina-se à hemoglobina no sangue, originando a meta-hemoglobina (má transportadora de oxigênio), que confere coloração amarronzada ao sangue, matando o peixe por asfixia (KUBTZA, 2003).

Gráfico 11 – Variação de Nitrito em função Oxigênio Dissolvido.



O experimento realizado por Costa (2011) mostrou que em tambaqui (*Colossoma macropomum*) o efeito tóxico do nitrito causa estresse fisiológico alterando parâmetros hematológicos, aumentando os níveis de metahemoglobina como consequência da oxidação e anemia hemolítica, externamente, os peixes apresentam alteração na coloração da pele e pronunciados inchaços abdominais, revelando que estas alterações abdominais estão relacionadas à excessiva quantidade de fluido na cavidade abdominal e estômago, o que pode ser um indicativo de dano pancreático (COSTA, 2001).

5.1.7. Fósforo

O fósforo presente nos ambientes aquáticos encontra-se em diferentes formas, sendo os de maior relevância para a piscicultura o fósforo total (P) e ortofosfato (PO_4^{3-}) (ESTEVES; PANOSO, 2011).

5.1.7.1. Fósforo total (P)

Na piscicultura Santa Helena o fósforo total variou entre 0,0 a 3,3 mg.L^{-1} (tabela 9) não ocorrendo (0,0 mg.L^{-1}) em agosto/2013 no abastecimento (a 20% de profundidade),

viveiro 1 (saída a 80% de profundidade) e 5 (entrada e saída a 80% de profundidade), em dezembro/2013 no abastecimento (a 80% de profundidade) e viveiro 5 (entrada a 80% de profundidade), em fevereiro/2014 também não houve a detecção de valores de P nas amostras coletadas na entrada e saída a 80% de profundidade do viveiro 1, não ocorrendo em nenhum dos pontos do viveiro 5 (tabela 9).

Tabela 9 – Valores de Fósforo Total (mg.L^{-1}) obtidos na Piscicultura Santa Helena.

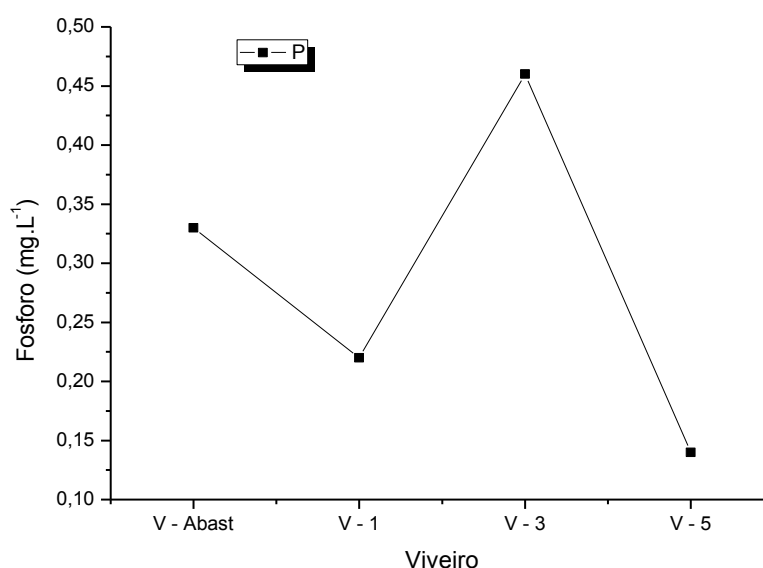
Mês	Abast		V – 1				V – 3				V – 5				X ,	DP
	Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída			
	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%		
A	0,00	0,10	0,30	0,10	0,10	0,00	0,20	0,30	0,30	0,30	0,50	0,00	0,20	0,00	0,17	±0,15
O	0,78	0,19	0,90	0,19	0,10	0,12	0,10	0,15	0,03	0,28	0,02	0,17	0,48	0,17	0,26	±0,27
D	0,60	0,00	0,20	1,00	0,10	0,40	3,30	0,70	0,90	0,70	0,00	0,10	0,50	0,10	0,61	±0,84
F	0,30	0,70	0,00	0,00	0,03	0,0	0,02	0,10	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	±0,19
X'	0,42	0,25	0,35	0,32	0,08	0,13	0,91	0,31	0,32	0,33	0,13	0,07	0,30	0,07		
DP	±0,34	±0,31	±0,39	±0,46	±0,04	±0,19	±1,60	±0,27	±0,41	±0,28	±0,25	±0,08	±0,24	±0,08		

Nota: Abreviaturas

Abast = Viveiro abastecimento; V-1 = Viveiro 1; V-3 = Viveiro 3; V-5 = Viveiro 5; A = ago/2013; O = out/2013; D = dez/2013; F = fev/2014; M = mai/2014; X' = média P por ponto de coleta; X'' = média de P dos viveiros por mês; DP = desvio padrão.

A diminuição dos valores de P em fevereiro/2014 bem como a sua não ocorrência está correlacionada a calagem realizada no mês de janeiro. O maior valor de P foi obtido em dezembro/2013 no viveiro 3, na entrada de água, a 20% de profundidade, como dezembro/2013 foi o mês de terminação do ciclo de cultivo do tambaqui este valor está associado ao arraçoamento no final do cultivo, o viveiro 3 foi também esteve com os maiores índices de média do P (gráfico 12).

Gráfico 12 – Variação Fósforo Total nos viveiros.



Segundo Pereira e Ribeiro Filho (2004) o fósforo também constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, é um dos chamados macro-nutrientes, por ser exigido também em grandes quantidades pelas células (animais e vegetais) e, por ser nutriente para processos biológicos, o excesso de fósforo, por outro lado, conduz a processos de eutrofização que tem como consequência o crescimento desordenado e explosivo de algas (*bloom* de algas), que pode ser observado em outubro subentendendo-se que os valores de P provavelmente eram mais elevados mas foram absorvidos pelas florações.

Apesar de em alguns pontos os valores de P estarem dentro das condições exigidas pela resolução CONAMA n° 357/2005, em sua maioria estão fora das condições exigidas pela legislação que determina o máximo de 0,05 mg.L⁻¹.

Cyrino et al (2010) afirmam que o modo mais seguro para evitar perdas excessivas de P e a consequente poluição da água é utilizar níveis dietéticos de fósforo ajustados cuidadosamente às exigências nutricionais dos peixes e alimentos altamente digestíveis, pois dependendo da biomassa acumulada ou densidade de estocagem, e composição das dietas, a excreção de fósforo pode alcançar níveis crônicos ou letais em um sistema de piscicultura, ou resultar também em super-eutrofização e conseqüente “quebra” do sistema de produção.

5.1.7.2. Ortofosfato (PO₄³⁻)

Os valores de ortofosfato variou entre 0,0 a 3,2 mg.L⁻¹, seu menor valor foi registrado em agosto/2013 no viveiro 5, na entrada e saída de água a 80% de profundidade, e em

fevereiro/2014 em todos os pontos do viveiro 1 e 5 (tabela 10), esse valor dá-se ao período em que ocorreu a despesca e houve a calagem dos tanques para introdução dos alevinos.

Tabela 10 – Valores de Ortofosfato (mg.L^{-1}) obtidos na Piscicultura Santa Helena.

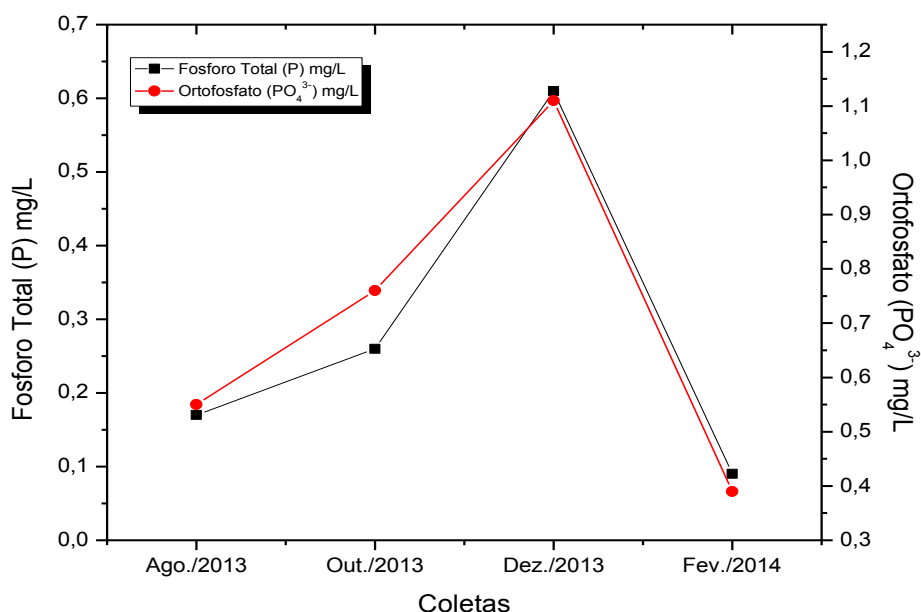
Mês	Abast		V – 1				V – 3				V – 5				X''	DP
	Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída			
	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%	20%	80%		
A	0,10	0,20	0,90	0,40	0,30	0,10	0,60	0,90	1,00	0,90	1,70	0,00	0,60	0,00	0,55	±0,49
O	2,39	2,03	0,59	0,59	0,29	0,36	0,30	0,47	0,10	0,86	0,06	0,53	1,47	0,53	0,76	±0,71
D	1,90	0,10	0,60	3,2	0,20	1,10	1,00	2,30	0,90	2,10	0,00	0,30	1,50	0,40	1,11	±0,96
F	1,00	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,30	0,80	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	±0,63
X'	1,35	1,13	0,52	1,05	0,20	0,39	0,60	0,99	0,70	1,14	0,44	0,21	0,89	0,23		
DP	±1,01	±1,14	±0,38	±1,46	±0,14	±0,50	±0,29	±0,91	±0,41	±0,65	±0,84	±0,26	±0,73	±0,27		

Nota: Abreviaturas

Abast = Viveiro abastecimento; V-1 = Viveiro 1; V-3 = Viveiro 3; V-5 = Viveiro 5; A = ago/2013; O = out/2013; D = dez/2013; F = fev/2014; M = mai/2014; X' = média PO_4^{3-} por ponto de coleta; X'' = média de PO_4^{3-} dos viveiros por mês; DP = desvio padrão.

O maior valor foi obtido em dezembro/2013 no viveiro 1, na entrada de água, a 80% de profundidade, neste mês também houve aos maiores valores médios de fósforo (gráfico 13), o que pode ser atribuído a finalização do período de engorda. Em sua maioria os valores estiveram acima do estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005 de $0,025 \text{ mg.L}^{-1}$, bem como o fósforo seu aumento é atribuído a finalização do ciclo de produção.

Gráfico 13 – Variação Fósforo Total e Ortofosfato.



5.1.8. Transparência

A transparência variou entre 13 a 40 cm, a menor transparência foi registrada em outubro/2013, no viveiro 3 (Figura 14), sendo os menores valores para os demais viveiros também registrados neste mês, atribui-se estes valores devido ao *bloom* de algas encontrado no dia da coleta, seu maior valor foi obtido no abastecimento no mês de maio/2014, devido as chuvas acontecidas nos dias anteriores a coleta, o que ocasionou a renovação rápida e constante de água nos viveiros o que fez com que as partículas em suspensão (bactérias, fitoplâncton, detritos orgânicos e inorgânicos) fossem carregadas (tabela 11).

A transparência é a capacidade que a água possui de permitir a passagem dos raios solares, ou seja, a transparência diminui em função da profundidade e da Turbidez, de modo que, quanto mais fundo o viveiro e mais barrenta a água, menos luz consegue chegar até o fundo. O raio solar é a fonte de energia essencial para todos os seres vivos, especialmente

Tabela 11 – Valores de Transparência (cm) obtidos na Piscicultura Santa Helena.

Mês	Abast	V – 1		V – 3		V – 5		X''	DP
	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída		
A	29	34	35	25	23	22	22	27,1	±5,6
O	15	28	24,5	13	13	15	15	17,6	±6,0
D	31	26	29	20	21	20	20	23,9	±4,7
F	39	26	27	32	31	29	27	30,1	±4,5
M	40	29	32	29	30	34	31	32,1	±3,9
X'	30,8	28,6	29,5	23,8	23,6	24,0	23,0		
DP	±10,1	±3,3	±4,1	±7,5	±7,3	±7,5	±6,2		

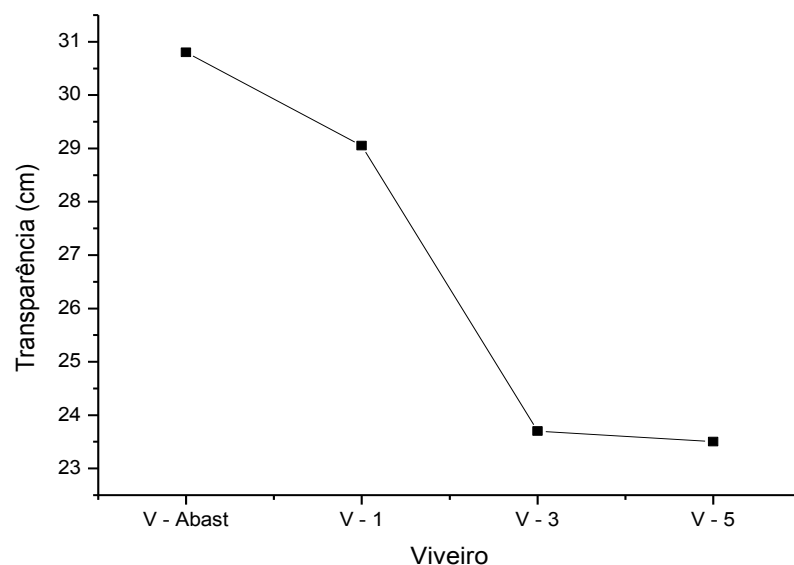
Nota: Abreviaturas

Abast = Viveiro abastecimento; V-1 = Viveiro 1; V-3 = Viveiro 3; V-5 = Viveiro 5; A = ago/2013; O = out/2013; D = dez/2013; F = fev/2014; M = mai/2014; X' = média transparência por ponto de coleta; X'' = média de transparência dos viveiros por mês; DP = desvio padrão.

para o fitoplâncton, que produz oxigênio através da fotossíntese, deste modo, a transparência é um fator de enorme importância para a piscicultura (Adaptado de ESTEVES; BARBIERI, 2011).

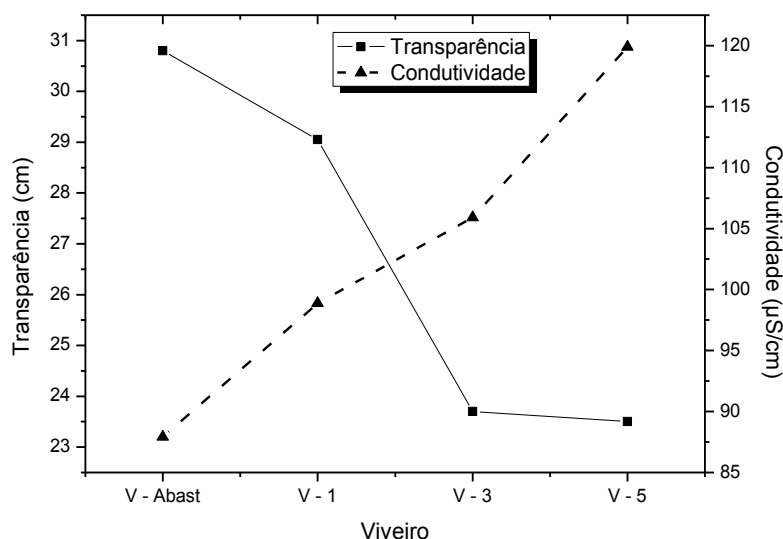
A transparência média dos viveiros foi de 26,2 cm (DP ± 3,3) somente o viveiro de abastecimento manteve sua média acima de 30 cm (gráfico 14).

Gráfico 14 – Variação da Transparência nos viveiros.



Segundo Faria et al, (2013) o ideal para criação de peixes é que o disco de *secchi* possa ser visto entre 30 e 60 centímetros de profundidade, indicando a existência de quantidade adequada de plâncton (água levemente esverdeada), pois a baixa transparência (transparência < 30cm) pode indicar excesso de matéria orgânica, plâncton, matéria em suspensão decorrente de chuvas ou revolvimento do fundo, o que impede a penetração da luz, diminuindo a produção de oxigênio realizada pelas microalgas (fitoplâncton). Os valores médios dos viveiros apresentaram correlação entre a transparência e a CE (gráfico 15), o que é atribuído ao sistema de abastecimento dos mesmos, de modo que, a transparência no decorrer dos viveiros diminui enquanto a CE aumenta, indicando assim grande quantidade de materiais em suspensão.

Gráfico 15 – Variação da Condutividade em função da Transparência.



Entretanto, a alta transparência (transparência > 60cm) indica falta de plâncton, que pode ocasionar grande variação de pH ao longo do dia, trazendo consequências prejudiciais à criação, além de favorecer o aparecimento de algas filamentosas e plantas aquáticas que dificultam o manejo no momento da despesca (FARIA et al, 2013).

5.2. Parâmetros Fitoplanctônicos

A identificação botânica dos representantes da comunidade fitoplanctônica levou ao conhecimento de 74 espécies, distribuídos em 47 gêneros, 33 famílias, 21 ordens e 10 classes taxonômicas, sendo estas: Bacillariophyceae, 15 espécies identificadas (20%); Chlorophyceae, 23 espécies identificadas (31%); Coscinodiscophyceae, 2 espécies identificadas (3%); Cyanophyceae, 8 espécies identificadas (11%); Euglenophyceae, 15 espécies identificadas (20%); Fragilariophyceae, 2 espécies identificadas (3%); Trebouxiophyceae, 1 espécie identificada (1%); Xanthophyceae, 4 espécies identificadas (6%); e Zygnemaphyceae, 4 espécies identificadas (5%).

Tabela 12 – Identificação taxonômica de algas Fitoplanctônicas da piscicultura Santa Helena entre o período de Agosto de 2013 e Maio de 2014.

(continua)

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	Viveiro Abast		Viveiro 1				Viveiro 3				Viveiro 5			
	Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
BACILLARIOPHYCEAE														
Achnanthes														

Achnanthaceae																
<i>Achnanthes sp</i>	x	x														
Bacillariales																
Bacillariaceae																
<i>Nitzschia sp1</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Nitzschia sp2</i>				x	x	x	x			x	x	x	x			
Naviculales																
Diploneidaceae																
<i>Diploneis sp</i>	x	x						x		x	x				x	
Naviculaceae																
<i>Frustulia sp1</i>		x														
<i>Frustulia sp2</i>													x		x	
<i>Navicula sp1</i>		x														
<i>Navicula sp2</i>							x									
<i>Navicula sp3</i>		x										x				
<i>Navicula sp4</i>	x	x														
<i>Nupela sp</i>				x												
Stauroneidaceae																
<i>Stauroneis sp1</i>	x															
<i>Stauroneis sp2</i>		x														
Surirellales																
Surirellaceae																
<i>Surirella sp1</i>				x												
<i>Surirella sp2</i>	x															
CHLOROPHYCEAE																
Chlorellales																
Chlorellaceae																
<i>Closteriopsis sp</i>	x								x							
Chlorococcales																
Chlorococcaceae																
(Oocystaceae)																
<i>Chlorococcum sp</i>	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Lagerheimia sp</i>					x		x				x					x
<i>Tetraedron sp</i>		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	
Hydrodictyaceae																
<i>Pediastrum sp1</i>				x		x		x								
<i>Pediastrum sp2</i>				x	x		x		x		x					x
Scenedesmaceae																
<i>Crucigenia sp1</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Crucigenia sp2</i>	x			x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	

Tabela 12 – Identificação taxonômica de algas Fitoplanctônicas da piscicultura Santa Helena entre o período de Agosto de 2013 e Maio de 2014.

(continuação)

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	Viveiro Abast.		Viveiro 1				Viveiro 3				Viveiro 5			
	Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Treubariaceae														
<i>Treubaria sp</i>					x						x		x	x
Coccal														
Coccoids														

<i>Planktonema sp</i>			x	x	x	x	x			x			x	x
Oedogoniales														
Oedogoniaceae														
<i>Oedogonium sp</i>													x	
Sphaeropleales														
Characiaceae														
<i>Schroederia sp</i>			x	x			x	x					x	x
Scenedesmaceae														
<i>Coelastrum sp</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Desmodesmus sp1</i>			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Desmodesmus sp2</i>			x	x	x	x	x			x		x	x	x
<i>Desmodesmus sp3</i>				x	x	x			x		x	x	x	x
<i>Scenedesmus sp1</i>	x		x	x	x	x	x	x	x	x			x	x
<i>Scenedesmus sp2</i>			x		x									x
<i>Scenedesmus sp3</i>											x		x	x
Selenastraceae														
<i>Monoraphidium sp1</i>			x	x			x						x	
<i>Monoraphidium sp2</i>			x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Volvocales														
Chlamydomonadaceae														
<i>Chlamydomonas sp</i>			x					x					x	
Volvocaceae														
<i>Volvox sp</i>	x		x	x									x	x
COSCINODISCOPHYCEAE														
Aulacoseirales														
Aulacoseiraceae														
<i>Aulacoseira sp1</i>						x			x	x	x	x	x	x
<i>Aulacoseira sp2</i>	x											x		
CYANOPHYCEAE														
Chroococcales														
Chroococcaceae														
<i>Aphanocapsa sp</i>	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
<i>Asterocapsa sp</i>	x						x							
Microcystaceae														
<i>Microcystis sp</i>								x	x	x	x	x	x	x
Oscillatoriales														
Oscillatoriaceae														
<i>Oscillatoria sp1</i>								x		x		x		
<i>Oscillatoria sp2</i>		x						x		x		x		x

Tabela 12 – Identificação taxonômica de algas Fitoplanctônicas da piscicultura Santa Helena entre o período de Agosto de 2013 e Maio de 2014.

(continuação)

COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	Viveiro Abast.		Viveiro 1				Viveiro 3				Viveiro 5			
	Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída		Entrada		Saída	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Phormidiaceae														
<i>Planktothrix sp</i>		x			x		x	x	x	x	x	x	x	x
Pseudanabaenales														
Pseudanabaenaceae														

<i>Geitlerinema sp</i>							X							X
<i>Pseudanabaena sp</i>	X						X	X	X	X	X	X	X	X
EUGLENOPHYCEAE														
Euglenales														
Euglenaceae														
<i>Strombomonas sp1</i>	X	X	X	X	X	X	X		X					
<i>Strombomonas sp2</i>	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Trachelomonas sp1</i>	X	X	X	X	X	X	X			X	X		X	X
<i>Trachelomonas sp2</i>		X	X	X	X	X	X				X	X	X	X
<i>Trachelomonas sp3</i>	X	X	X	X	X	X		X			X			X
<i>Trachelomonas sp4</i>		X												X
<i>Trachelomonas sp5</i>	X	X			X	X				X				
Phacaceae														
<i>Lepocinclis sp1</i>		X		X			X	X	X	X	X	X		X
<i>Lepocinclis sp2</i>	X		X	X	X	X	X				X	X		
<i>Phacus sp1</i>					X						X			
<i>Phacus sp2</i>	X	X	X		X						X			
<i>Phacus sp3</i>	X	X	X											
<i>Phacus sp4</i>			X	X	X	X	X			X		X	X	X
Euglenineae														
Euglenaceae														
<i>Euglena sp1</i>	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		
<i>Euglena sp2</i>							X							
FRAGILARIOPHYCEAE														
Fragilariales														
Fragilariaceae														
<i>Ctenophora sp</i>	X				X	X								
<i>Meridion sp</i>			X				X							
TREBOUXIOPHYCEAE														
Chlorellales														
Oocystaceae														
<i>Oocystis sp</i>	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
XANTHOPHYCEAE														
Mischococcales														
Centrtractaceae														
<i>Centrtractus sp1</i>	X	X	X		X									
<i>Centrtractus sp2</i>			X	X	X	X								
Rhizochloridales														
Pleurochloridaceae														

(conclusão)

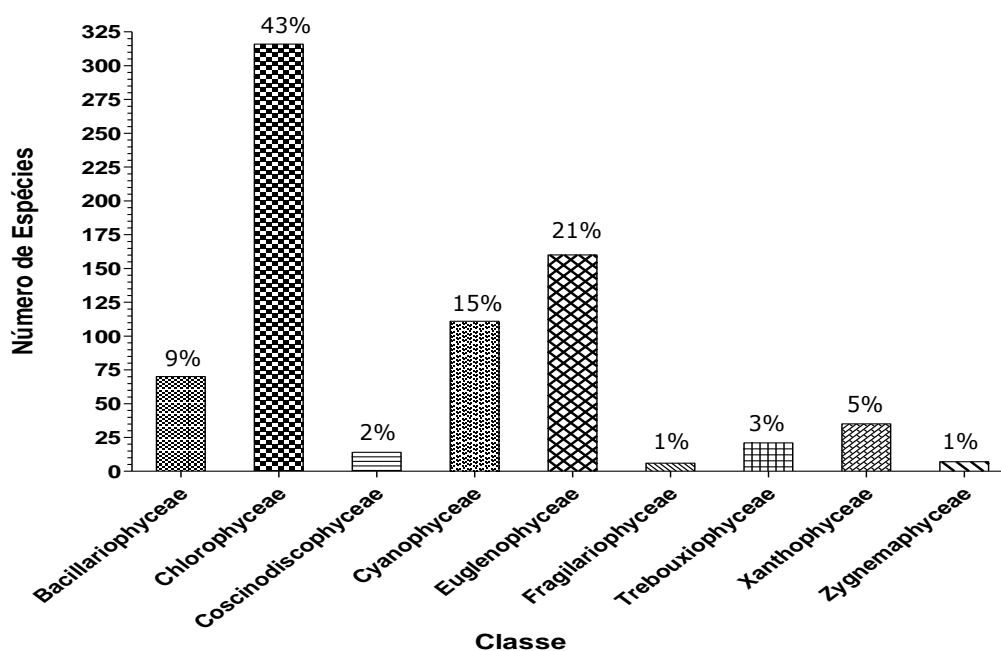
<i>Closterium sp2</i>	x			
Desmidiaceae				
<i>Cosmarium sp</i>	x	x		
Zygnematales				
Desmidiaceae				
<i>Staurostrum sp</i>			x	x

Nota: Abreviaturas

P1: profundidade de 20%; P2: profundidade de 80%.

De modo geral, a classe com maior representatividade em nível de riqueza específica com 23 espécies e de maior ocorrência nos viveiros (43%) foi a classe Chlorophyceae (gráfico 16), com predominância significativa em densidade do gênero *Coelastrum* (apêndices – imagem 36) no mês de maio, predominou em diversidade no viveiro 1 em todas as coletas, bem como também nos viveiros 3 e 5 nas coletas do período chuvoso (dezembro/2013, fevereiro/2014 e maio/2014).

Gráfico 16 – Porcentagem de ocorrência Fitoplanctônica em nível de Classe.



Neste sentido os resultados confirmam que as espécies pertencentes à divisão Chlorophyta é um grupo predominante do plâncton de água doce. Segundo Bortolucci e Pedroso-de-Moraes (2011) em alguns lagos as chlorofíceas chegam a corresponder a 90% do fitoplâncton ocorrente, apresentando uma ampla distribuição e sendo consideradas cosmopolitas, apresentam um papel fundamental na manutenção da vida aquática, pois são organismos capazes de converter e disponibilizar a energia luminosa para os demais elos da cadeia trófica.

O viveiro de abastecimento (amostra coletada para análise de comparação da comunidade fitoplanctônica) apresentou riqueza tendendo a homogeneidade de diversidade entre as espécies da comunidade fitoplanctônica pertencente às classes Euglenophyceae, Chlorophyceae e Bacillariophyceae, exceto em agosto/2013 que houve maior diversidade da classe Cyanophyceae e no mês de maio/2014 a Euglenophyceae (gráfico 17). No viveiro 1 a classe Chlorophyceae apresentou maior riqueza em todos os meses, (gráfico 18), já nos viveiros 3 e 5 a classe Chlorophyceae apresentou maior riqueza de espécies apenas no período chuvoso (dez, fev e mai), e no período de estiagem (ago e out) maior riqueza de espécies foi da classe Cyanophyceae que se mantiveram constantes no período chuvoso (gráfico 19 e 20). De modo geral, a Euglenophyceae apresentou alta riqueza em maio em todos os viveiros.

Gráfico 17 – Diversidade Fitoplanctônica em nível de Classe no Viveiro de Abastecimento.

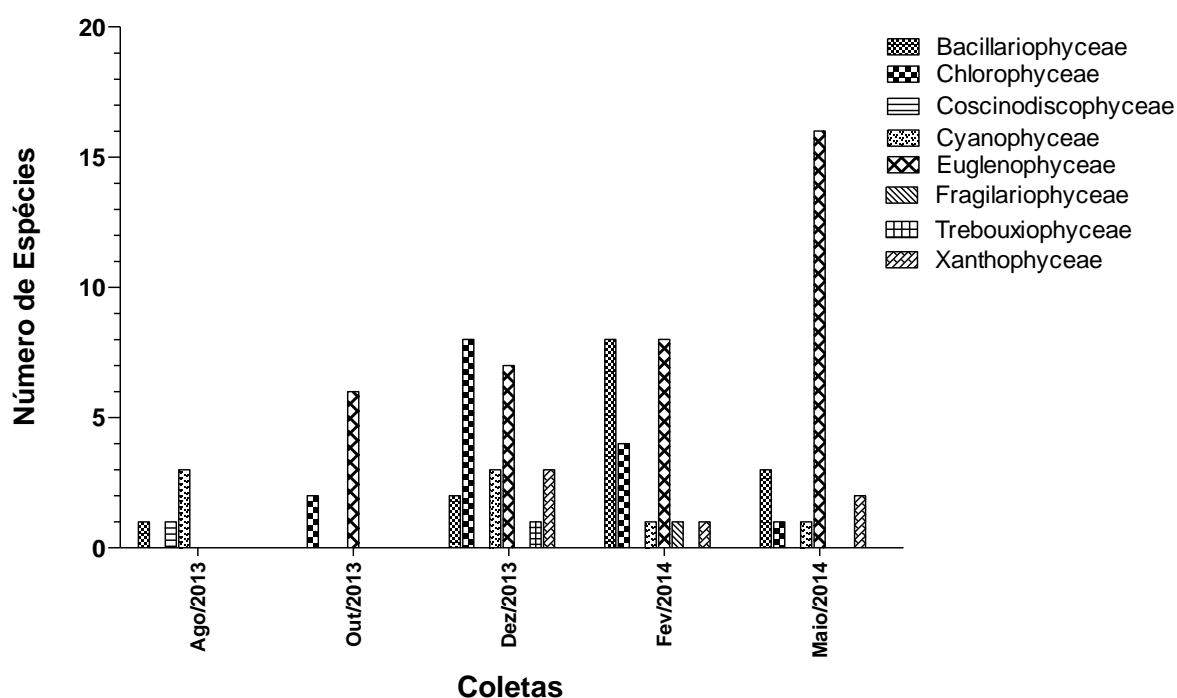


Gráfico 18 – Diversidade Fitoplanctônica em nível de Classe no Viveiro 1.

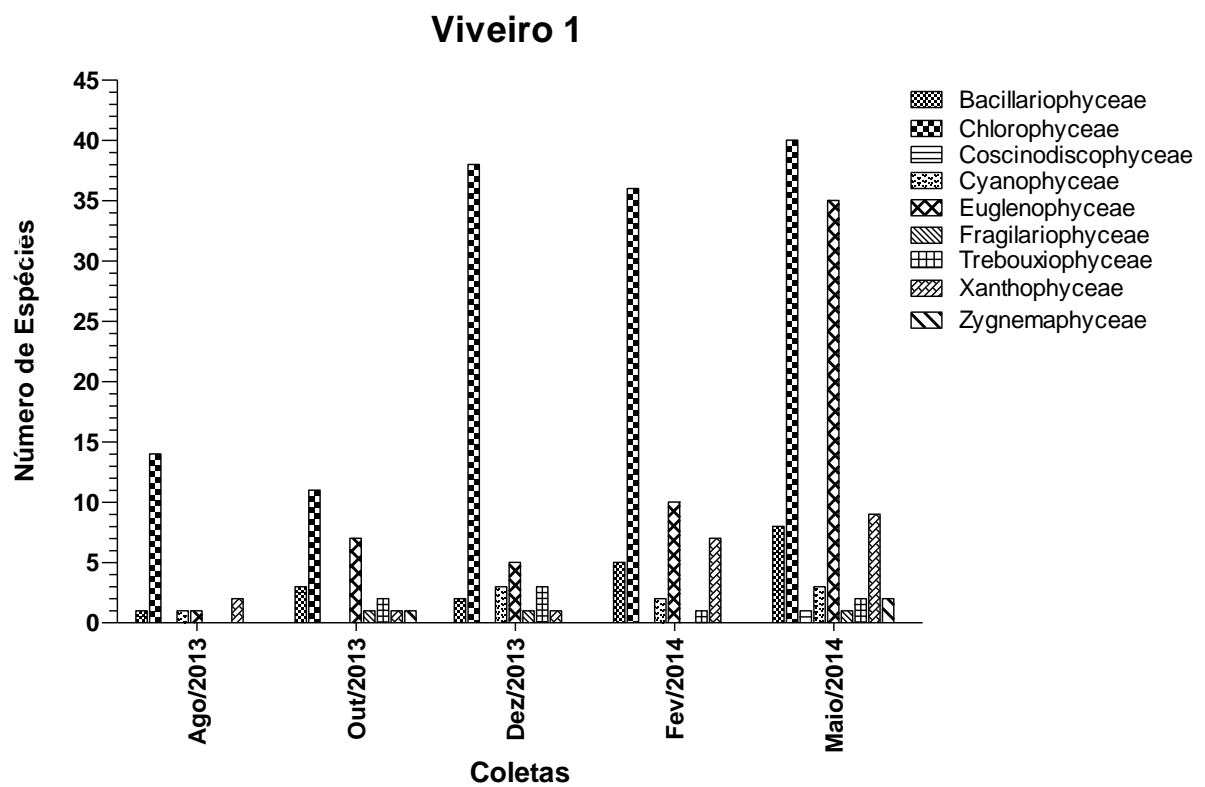


Gráfico 19 – Diversidade Fitoplantônica em nível de Classe no Viveiro 3.

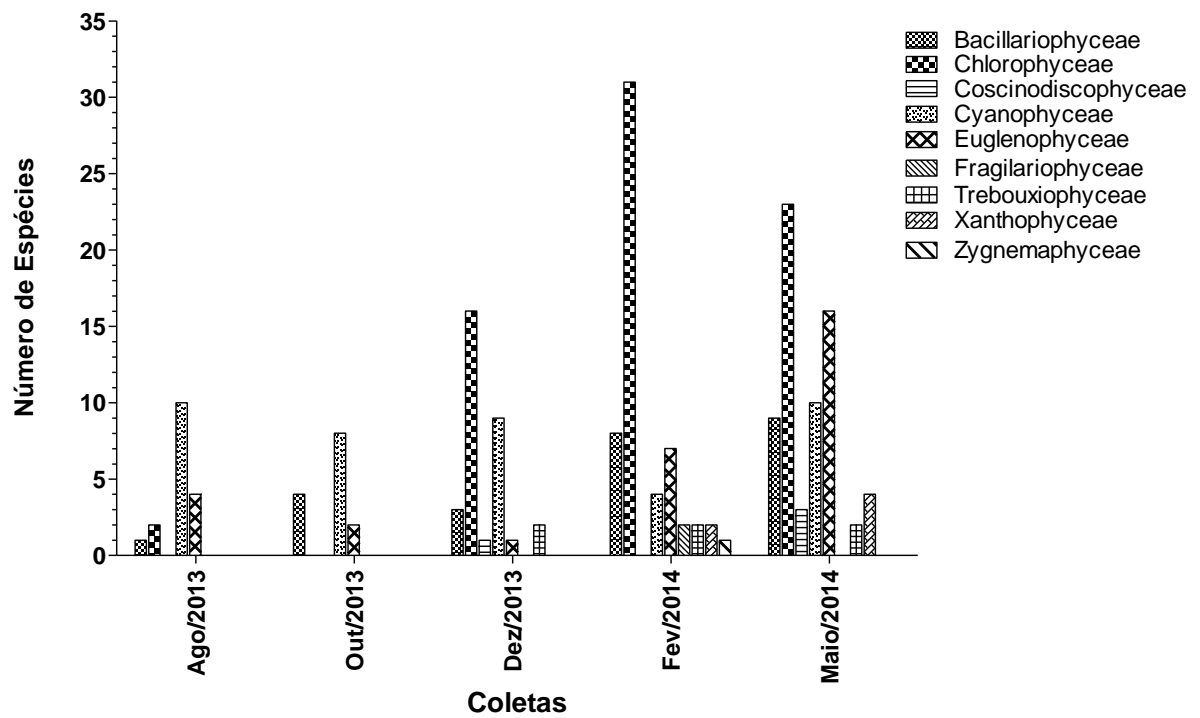
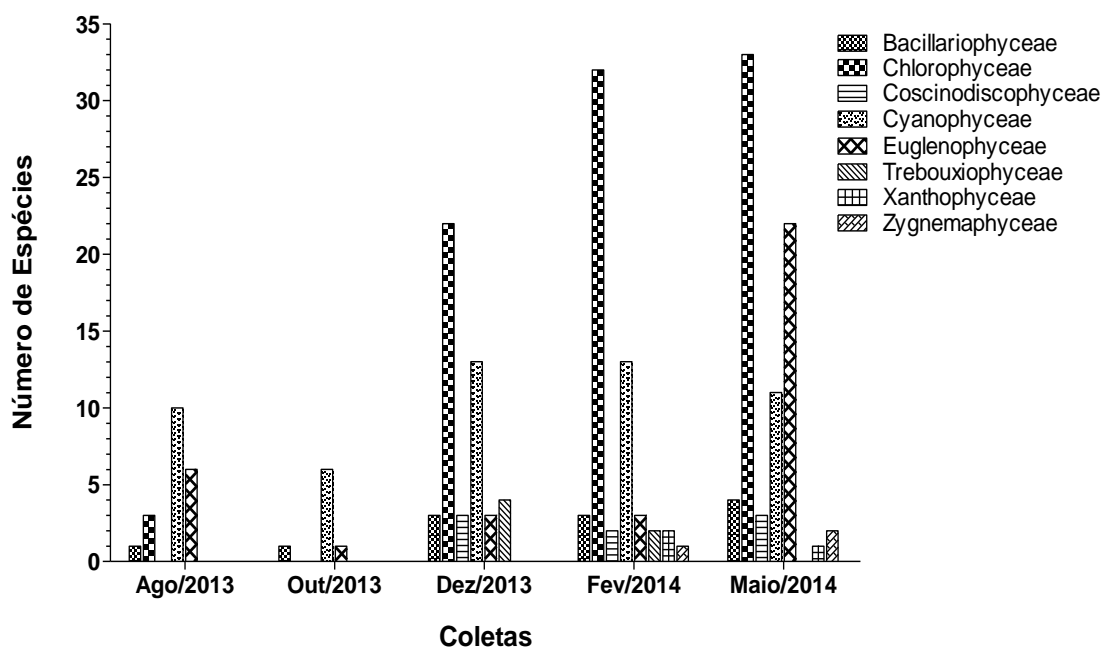
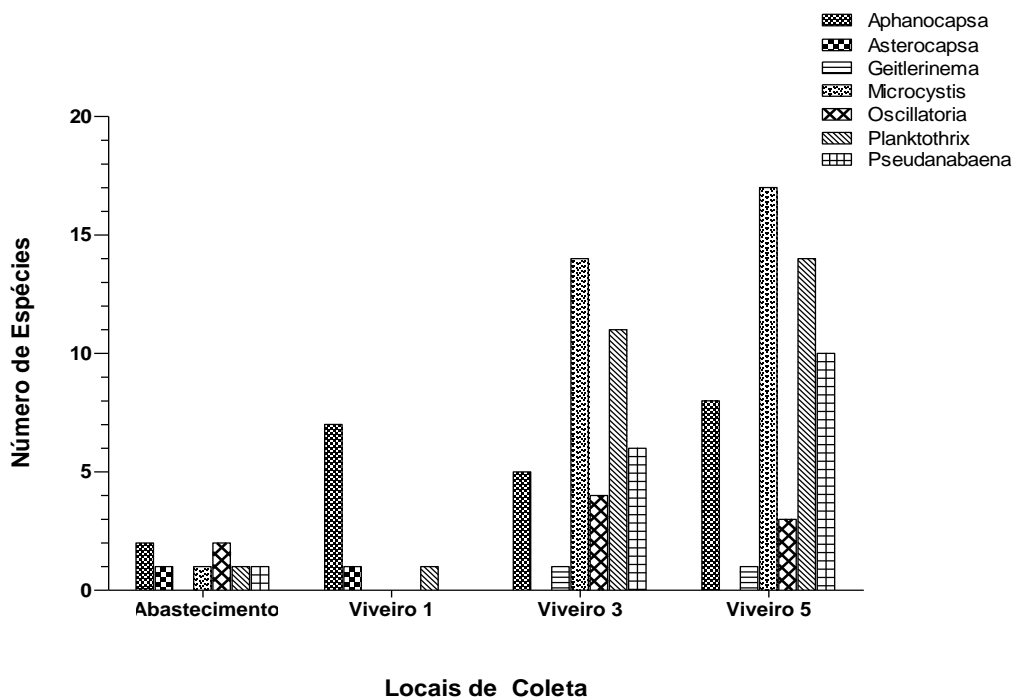


Gráfico 20 – Diversidade Fitoplanctônica em nível de Classe no Viveiro 5.



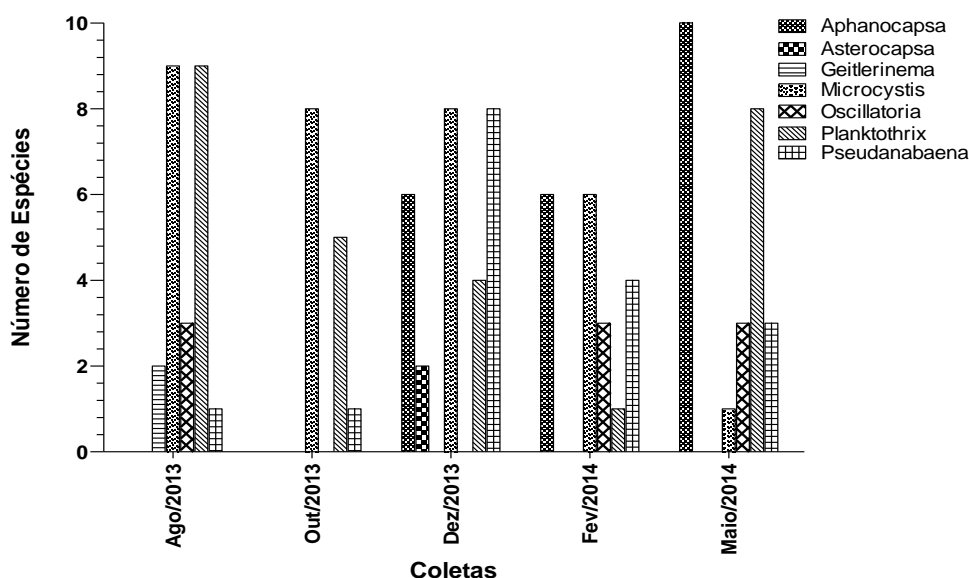
As Cianofíceas apesar de não terem sido a classe com mais diversidade de espécies da comunidade fitoplanctônica foi constante nas amostras coletadas (figuras 17, 18, 19 e 20), apresentando aumento gradativo nos viveiros 3 e 5 (gráfico 21), o que pode estar relacionado com o abastecimento dos viveiros de tipo cascata acumulando N e P.

Gráfico 21 – Gêneros Fitoplanctônica identificados da Classe Cyanophyceae.



As espécies da classe Cyanophyceae se mostraram também visualmente muito representativa quantitativamente, como foi observado ao analisar as lâminas ao microscópio, sendo os gêneros *Planktotrix* e o *Myrocistis* (apêndice II – imagem 67 e 70) dominantes em densidade, principalmente no mês de agosto/2013, com exceção ao viveiro 1 (gráfico 22).

Gráfico 22 – Gêneros Fitoplanctônica identificados da Classe Cyanophyceae.



A divisão Cyanophyta segundo Esteves (1998) tanto podem ser autotróficas (assimilam CO₂ com ajuda de energia solar) como mixotróficas (assimilação de compostos orgânicos), o que possibilita a estas algas viverem nas partes profundas de lagos na ausência de luz, sendo que esta grande capacidade adaptativa possibilita sua distribuição em todos os biótopos do ecossistema lacustre: interface água-ar, toda coluna d'água, sedimento, sobre macrófitas aquáticas, etc.

Muitas espécies, quando em condições favoráveis, crescem em altas densidades, fenômeno este denominado floração de algas (em inglês denomina-se *bloom*) que ocorrem em dias quentes e calmos principalmente em lagos eutróficos ou eutrofizados artificialmente, durante este período localizam-se principalmente nas camadas superficiais da coluna d'água devido aos vacúolos gasosos (adaptação à flutuação) (ESTEVES, 1998). Dentre as cianofíceas formadoras de floração ocorridas no período de estudo estão os gêneros *Oscillatoria* e *Microcystis* (apêndice II – imagem 68, 69 e 70).

As amostras de outubro/2013 e fevereiro/2014 os viveiros 3 e 5 apresentaram sinais de florações com coloração desuniforme esverdeada intensa acima da cor padrão (figura 3), chegando até a apresentar grumos de algas (flocos).

Figura 3 – Florações de algas em outubro/2013 (A) e fevereiro/2014 (B).



Figura A – Floração de *Microcystis aeruginosa* e *Euglena sanguinea* no viveiro 3 (16/10/2013).



Figura B – Floração de *Microcystis aeruginosa* no viveiro 5 da piscicultura (22/02/2014).

Na floração de algas ocorrida em outubro/2013 a água apresentou cor verde muito intensa, havendo a ocorrência significativa da *Microcystis aeruginosa* (Cyanophyceae) e da *Euglena sanguinea* (Euglenophyceae) (apêndice II – imagem 53) observadas nas amostras neste ponto, bem como também em outros pontos aleatórios de viveiros que não fazem parte da pesquisa, mas que foram observados para certificação da espécie fitoplanctônica potencial causadora da floração. Conforme Alves-da-Silva e Tamanaha (2008) a *Euglena sanguinea* tem sido citada por vários autores como uma espécie que, quando em floração, pode conferir coloração avermelhada a água e esta coloração deve-se à presença de grânulos de hematocromo na célula da alga, que aumentam rapidamente em quantidade sob condições de estresse como altas temperaturas e luminosidade.

Na floração ocorrida em fevereiro/2014 a água apresentou coloração aparentemente normal, como houve despesca total dos tambaquis em dezembro/2013 e em janeiro/2014 houve a preparação dos viveiros para um novo ciclo de cultivo com correção de pH e adubação e ainda não haviam peixes nos viveiros na coleta de fevereiro/2014, porém houve a formação de grumos com natas esbranquiçadas, o que pode ter sido ocasionado pela diminuição de OD devido a chuva da noite anterior associado ao tempo nublado, pois a comunidade fitoplanctônica apresentou crescimento controlado entre as classes.

Conforme Kubitza (2003) o excessivo desenvolvimento do fitoplâncton geralmente é indicado pela formação de grumos de algas (formados por células mortas de algas que flutuam na superfície) que em função dos ventos, começam a se concentrar nas margens dos viveiros, levando a perda de uniformidade de cor da água, formando uma espécie de “nata” de

fitoplâncton, sendo a formação dos grumos e natas de algas um sinal de que a população está entrando em senescência e nesta fase grumos e nata começam a apresentar aspecto esbranquiçado (leitoso) em função da ruptura das células e consequente lavagem de seus pigmentos.

Alguns fatores são sugeridos como coadjuvantes na ocorrência da morte súbita do fitoplâncton como: inadequado suprimento de gás carbônico; insuficiência de nutrientes para manutenção do intenso crescimento do fitoplâncton; alterações bruscas de salinidade e temperatura; ocorrência de sucessivos dias nublados; foto-oxidação das algas (intensa radiação solar) e temperatura elevada, após a morte das algas, os compostos nitrogenados retornam ao sistema através dos processos de decomposição e mineralização da matéria orgânica (PEREIRA; MERCANTE, 2005).

Na piscicultura Santa Helena houve apenas a morte parcial de fitoplâncton em alguns viveiros (como citado acima), que possivelmente diminuiu a concentração de OD, o que foi corrigido com o aumento da renovação d'água. Porém quando não são tomadas medidas que corrijam a qualidade da água pode ocorrer à morte súbita total do fitoplâncton nos viveiros e a água adquire a condição de qualidade conhecida como síndrome do baixo OD – “LODOS³”, pois ocorre a morte do principal produtor de oxigênio, e essa condição de baixo OD é agravado pela alta concentração de amônia, gás carbônico e nitrito, levando a morte total dos peixes caso não seja providenciado aeração da água do viveiro e mesmo com a aeração os peixes podem ficar sensíveis ao manejo e susceptíveis a doenças. Se a floração for por algas produtoras de substâncias tóxicas aos peixes, mesmo com a correção do OD, as toxinas liberadas após a morte destas ficam presentes no meio aquático podendo estressar e ou até levar a morte destes animais. Na lise celular além das substâncias tóxicas também podem ser liberadas outros compostos que podem causar o mau sabor (*off-flavor*) aos peixes (ESTEVES, 1998).

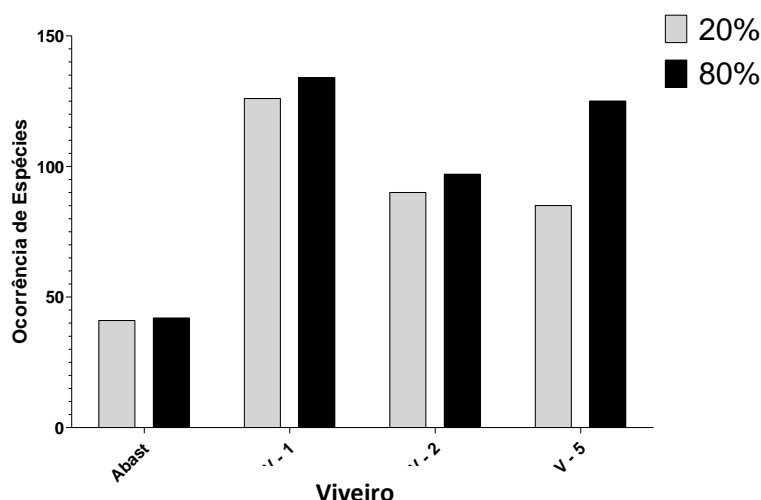
As cianofíceas, quando em crescimento excessivo, prejudicam todo o sistema, chegando em certos casos a obter características tóxicas, dependendo da linhagem das mesmas (CARMICHAEL et al, 1986; COOD; BELL, 1985; GUARAPI RANGA, 1991 apud BARBOSA et al, 2013). Conforme Sant'Anna et al (2006), o evento mais grave de intoxicação de seres humanos, conhecido até os dias de hoje, foi o que ocorreu em 1996 e que causou a morte de pacientes com doenças renais que fizeram hemodiálise com água

³ Do inglês – Low Dissolved Oxygen Syndrom

contaminada por cianotoxinas, no sertão do Nordeste do Brasil, desde então estas tem sido observadas em nível mundial.

Quanto a diversidade de espécies à 20% e a 80% de profundidade nos viveiros, os resultados apresentaram uma tendência de maior diversidade nas amostras coletadas a 80% de profundidade da lâmina d'água (gráfico 23), porém verificou-se através da aplicação do teste qui-quadrado (X^2) que os desvios não são significativos.

Gráfico 23 – Diversidade Fitoplanctônica de espécies em 20 e 80% de profundidade.



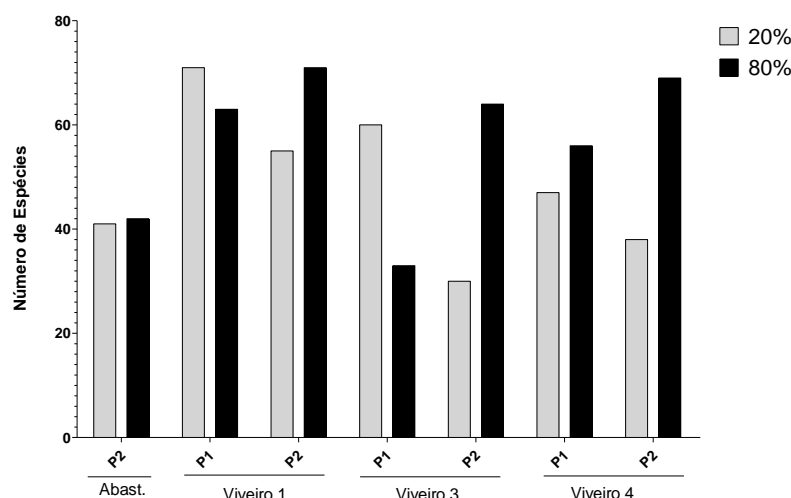
Conforme Esteves (1998) o fitoplâncton prefere as massas d'água abaixo da camada superficial, pois a região com excesso de radiação leva a consequente elevação da temperatura com inibição fotossintética, abaixo desta camada encontra-se a região de saturação de radiação a qual apresenta as melhores condições de luminosidade para a realização da fotossíntese.

Analisando-se a diversidade quanto aos pontos de entrada e saída (gráfico 24) apenas as amostras coletadas na entrada (P1) dos viveiros 1 e 3, apresentaram tendência de maior riqueza da espécie, de modo que, somente os desvios do viveiro 3 são significativos (aplicação do teste qui-quadrado), o que pode estar correlacionado aos maiores níveis médios de fósforo total (tabela 9) neste viveiro.

Os gêneros com maior frequência de ocorrência no período amostral foram:

- viveiro de abastecimento: Trachelomonas sp 14%, Strombomonas 11%, Phacus 7%;
- viveiro 1: Crucigenia 29%, Trachelomonas 25%, Desmodesmus 24%;
- viveiro 3: Nitzschia 19%, Crucigenia 18%, Mycrocistis 14% e;
- viveiro 5: Desmodesmus 18%, Mycrocistis 17%, Trachelomonas 16%, Crucigenia 16%.

Gráfico 24 – Táxons Fitoplanctônicos nos viveiros à 20% e 80% de profundidade.



Nota Abreviaturas: P1 = entrada; P2 = saída no período de Ago./13 a Maio/14.

Conforme os níveis de frequência estabelecidos por Mateucci e Colma (1982) apud SOUSA et al (2009) as porcentagens de ocorrência nos viveiros da piscicultura Santa Helena se enquadram nas categorias de microrganismos pouco frequentes ($< 50\%$ e $\geq 25\%$) e pouco frequente e esporádica ($< 25\%$), deste modo, a possibilidade de grandes florações torna-se pouco frequente, não chegando a prejudicar a atividade piscícola com a consequente diminuição de OD na água.

Apesar de não ter sido possível realizar a contagem quantitativa da densidade fitoplanctônica dos gêneros, com a observação das amostras pode-se verificar que o gênero *Microcystis* quando presente no meio predominou em densidade sobre os demais táxons, principalmente nos viveiros 3 e 5, esta predominância está relacionada com o aumento da concentração de nutrientes, o que é consequência do sistema interligado de abastecimento e escoamento da piscicultura. Segundo Brandão (2011), em geral, águas limpas e pobres em nutrientes apresentam uma comunidade fitoplanctônica pouco abundante, com alta diversidade, enquanto águas ricas em nutrientes apresentam grande número de organismos, pertencentes a poucas espécies.

O exame dos componentes do fitoplâncton, sua identificação e quantificação são de grande interesse para avaliar as condições ecológicas do ecossistema aquático, prevenir e controlar situações indesejáveis ou incompatíveis com a finalidade do cultivo, ter uma base de dados que proporcione o conhecimento sobre estes é de grande importância inclusive para o desenvolvimento de culturas de interesse econômico principalmente para a piscicultura.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o experimento os valores de pH, amônia e nitrito estiveram de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, a média da temperatura entre os pontos coletados foi de 28,7 °C, a alcalinidade esteve dentro dos padrões indicados para piscicultura, os valores de OD e P na maioria dos pontos estiveram fora das condições exigidas pela referida legislação. Em agosto/2013 os viveiros apresentaram condutividade elétrica acima do estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, como também os viveiros 3 e 5 apresentaram pontos acima do estabelecido pela mesma. Em outubro/2013 houve a menor transparência e taxa de OD a 80% de profundidade em todos os viveiros. Dezembro houve as maiores concentrações de P, em sua maioria os níveis de OD estiveram abaixo das condições adequadas ao ambiente aquático exigido pela Resolução CONAMA 357/2005.

Quanto a comunidade fitoplanctônica foram identificados 74 táxons, a classe com maior representatividade em nível de riqueza (23 espécies) e de ocorrência nos viveiros (43%) foi a Chlorophyceae, o viveiro de abastecimento onde não é cultivado *Colossoma macropomum* foi o único que não apresentou dominância monoespecífica significativa da comunidade fitoplanctônica. As Cianofíceas apesar de não terem sido a classe com mais diversidade de espécies se mostrou de grande influência na comunidade fitoplanctônica, com altas densidades do gênero *Microcystis* e *Planktotrix* que juntamente com o gênero *Euglena* (Euglenophyceae) também foram associadas a florações pontuais na piscicultura em outubro de 2013 e fevereiro de 2014.

O manejo nos viveiros na Piscicultura Santa Helena, e principalmente o sistema de abastecimento interligado dos viveiros, influenciaram significativamente nos parâmetros físico-químicos d'água, bem como também no desenvolvimento e predomínio de gêneros da comunidade fitoplanctônica, de forma que, este sistema de abastecimento não individualizado pode vir a ser futuramente um dos maiores gargalos para o manejo na piscicultura Santa Helena.

REFERÊNCIAS

- ALVES-DA-SILVA, S. M.; TAMANAHA, M. S. Ocorrência de Euglenophyceae pigmentadas em rizipiscicultura na Região do Vale do Itajaí, SC, Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**.v.22 n.1, 2008.
- ANDRADE, R. S. **Dinâmica do fitoplâncton, qualidade de Água e a percepção ambiental da Comunidade de pescadores em açudes da Bacia do rio Taperoá**. 2008. 150p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2008.
- ARAGÃO, M. A.; BURATINI, S. V.; BERTOLETTI, E. Total hardness of surface waters in São Paulo State (Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 15, n. 1, p. 15-18, 2003.
- AZEVEDO, R. C. J; TAKIYAMA, L. R. Caracterização físico-química da água em tanques de piscicultura, município de Macapá-AP. **Revista Pesquisa e Iniciação Científica – Amapá**, v2, p. 11-14. 2008.
- BACCARIN, A. E. **Impacto ambiental e parâmetros zootécnicos da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sob diferentes manejos alimentares**. Dissertação (Doutorado). 2002. 56p. Universidade Estadual Paulista – UNESP, Jaboticabal, 2002.
- BARBOSA, L. P. J. L.; BARBOSA, F. H. F.; FAUSTINO, S. M. M.; **Algas em tanques de piscicultura: uma análise crítica**. Arquivo Brasileiro de Microbiologia Básica e Aplicada.– Volume 1, N1, 2013.
- BICUDO, C.E.M.; MENEZES, M. (eds.). **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições**. 2^a ed. Rima, São Carlos, 2006. 502p.
- BORTOLUCCI, P. D.; PEDROSO-DE-MORAES, C. Produção de material didático referente à “macroalgas” marinhas das divisões Chlorophyta, Phaeophyta e Rhodophyta. **Scientia Plena**, vol. 7, n. 4, 2011.
- BOZELLI, R. L.; HUSZAR, V. L. M. **Comunidades Fito e zooplanctônicas continentais em tempo de avaliação**. Limnotemas. Sociedade Brasileira de Limnologia, maio 2003. 32p.

BRANDÃO, C. J.; et al. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos** / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 327p.

BRASIL. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 430 de 14 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357/2005. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 14 de maio de 2011.

_____. **Resolução CONAMA no 357 de 17 de Março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 de março de 2005.

CAVERO, B.A.S. et al. Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 5, p. 513-516. 2004

COIMBRA, R. M. **Monitoramento da qualidade da água**. In: Porto, R. L. Hidrologia ambiental. São Paulo: EDUSP; Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 2001. p.391-411.

COPATTI, C. E.; AMARAL, R. Osmorregulação em juvenis de piava, *Leporinus obtusidens* (Characiformes: Anostomidae), durante trocas do pH da água, **Biodiversidade Pampeana**, Uruguiana, v. 7, n. 1, p. 1-6, 2009.

CORRÊA, R.G. **Flora Fitoplanctônica e do Sedimento em Piscicultura Comercial de Catfish (*Ictalurus Punctatus*), No Município De Palhosa, SC, Brasil**. 2011. 89p. Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.

COSTA, O. T. F. **Nitrito: tolerância, hematologia, bioacumulação e morfologia em tambaqui, *Colossoma macropomum* (Characiformes, Serrasalminae), AM**. 2001. 105p. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Manaus, 2001.

CYRINO, E. P. C. et al. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.39 supl.especial, p.68-87, Viçosa, 2010.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro, Interciência/FINEP, 575p, 1998.

_____. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro, Interciência, 3ª ed., 790p, 2011.

FAO – Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. **EL ESTADO MUNDIAL DE LA PESCA Y LA ACUICULTURA: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS. ROMA**. 2014. Disponível em < <http://www.fao.org/3/a-i3720s.pdf>> Acesso em junho/2014.

FARIA, R. H. S. et al., **Manual de criação de peixes em viveiro**. Brasília: Codevasf, 136 p. 2013

FRANCESCHINI, I. M.; BURLIGA, A. L.; REVIERS, B. de; PRDADO, J. F. e REZIG, S. H. **Algas: uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica**. Editora ARTMED, Porto Alegre – RS, 332p, 2010.

G1-Rondônia. **RO é líder na produção nacional de tambaqui e destaque na piscicultura**. Suzi Rocha. 2014. Disponível em: < <http://g1.globo.com/ro/rondonia/noticia/2014/03/ro-e-lider-na-producao-nacional-de-tambaqui-e-destaque-na-piscicultura.html>>. Acesso em: 11 abr. 2014.

GRAEF, E. W. et al. Policultivo de Matrinhã (Brycon sp.) e Jaraqui (Semaprochilodus sp.) em pequenas represas. **Acta Amazônica**, v. 16/17, n. único (suplemento), p. 33-42, 1987.

INMET – Instituto Nacional De Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acessado em 12 de mai. de 2014.

JARDIM, B. F. M. **Variação dos parâmetros físicos e químicos das águas superficiais da Bacia do Rio das Velhas-MG e sua associação com as florações de cianobactérias**. Dissertação (mestrado) - UFMG, Escola de Engenharia. 2011.

KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes**. CIP – USP. Jundiaí – SP. 97p, 1999.

_____. Qualidade da água na produção de peixes – Parte II. **Panorama da Aquicultura**, março/abril, 1998a.

_____. Qualidade da água na produção de peixes – Parte III. **Panorama da Aquicultura**, maio/junho, 1998b.

_____. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. Jundiaí, 229p. 2003.

LENZI, E.; FAVERO, L. O. B.; LUCHESE, E. B. **Introdução à química da água: ciência, vida e sobrevivência**. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 632p.

LONDE, L. R.; NOVO, E. M. L. M.; CALIJURI, M. C. Avanços no estudo do comportamento espectral do fitoplâncton e identificação remota de algas. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Goiânia, Brasil, abril de 2005, INPE, p. 389-396.

LUÍS, C. S. C. **Fitoplâncton do estuário do Mondego segundo a diretiva – quadro da água**. 2011, p. 77, Dissertação (Mestrado); Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Faro – Portugal. 2011.

MACHADO, M. R. Uso de brânquias de peixes como indicadores de qualidade das águas. **Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 1, n. 1, p. 63-76, 1999.

MARTINS, Y. K. **Qualidade da água em viveiro de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas**. 2007. 43p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesca, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento. - São Paulo, 2007.

MASSER, M. P.; CICHRA E.; GILBERT, R. J. Fee-fishing ponds: management of food fish and water quality. **Southern Regional Aquaculture Center**, v. 480, p. 1-8, 1993.

MATSUZAKI, M.; MUCCI, J. L. N.; ROCHA, A. A. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, v. 38, n. 5, p. 679-686, 2004.

MERCANTE, C. T. J.; et al **Limnologia na aquicultura: estudo de caso em pesqueiros**. 2008. Disponível em <www.pesca.sp.gov.br>. Acessado em 126/03/2014.

MERCANTE, C. T. J.; et al. Qualidade da água em pesque e pague da região metropolitana região metropolitana de São Paulo (Brasil): avaliação através de fatores abióticos (período seco e chuvoso). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. v. 27, no. 1, p. 1-7, 2005.

MILLAN, R. N. **Dinâmica da qualidade da água em tanques de peixes de sistema pesque-pague: aspectos físico-químicos e plâncton**. 2009. 97p. Dissertação (Mestrado) – UNESP, São Paulo. 2009.

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. **Amazônia Aquicultura e Pesca: Plano de Desenvolvimento Sustentável**. Brasília – DF, p. 01-28, 2010.

MULLER, C. C.; CYBIS, L. F.; RAYA-RODRIGUEZ, M. T. Monitoramento do Fitoplâncton para a Qualidade da Água de Abastecimento Público — Estudo de Caso de Mananciais do Rio Grande do Sul. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17 n.2 - Abr/Jun 2012, 203-211.

ONO, E.A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 3.ed. Jundiaí, SP: Esal^{ra} – USP, 2003. 112 p.

OSTI, J. A. S. **Caracterização da qualidade da água e avaliação do manejo e suas implicações sobre o cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*)**. 2009. 60p. Dissertação (mestrado), Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA. São Paulo - SP.

PEDROSA, C. A.; CAETANO, F. A. **Águas subterrâneas**. Brasília: Agência Nacional de Águas, Superintendência de Informações Hidrogeológicas, 2002. 85p.

PEREIRA JUNIOR, G. et al. Farinha de folha de leucena (*Leucaena leucocephala* Lam. De wit) como fonte de proteína para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818). **Acta Amazonica**. Manaus, v. 43, n. 2, 2013.

PEREIRA, J. M. A.; RIBEIRO FILHO, R. A. **Efeitos da excreção de tilápias (*Tilapia rendalli* e *Oreochromis niloticus*) em reservatórios e viveiros de Piscicultura**. In: ESPÍNDOLA, E. L. G.; SCHALCH, V. (Org.) *Bacia Hidrográfica: diversas abordagens em pesquisa*, RiMa, 2004, 99-110

PEREIRA, L. P. F.; MERCANTE, C. T. J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. Uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, n. 1, p. 81 - 88, 2005.

PEREIRA, L. P. F.; MERCANTE, C. T. J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água (uma revisão). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 81-88, 2005.

PEREIRA, R. H. G.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; ELER, M. N. Limnological variables and their correlation with water flow in fishponds. **Acta Limnologica Brasiliensia**. V.16, n. 3, 263-271, 2004.

PINTO, A. L.; OLIBEIRA, G. H.; PEREIRA, G. A. Avaliação da eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da bacia do córrego bom jardim, Brasilândia/MS. **Revista GEOMAE - Geografia, Meio Ambiente e Ensino**. v. 01, n. 01, 2010.

QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. **Calagem e Controle da Acidez dos Viveiros de Aquicultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 8 p. (Embrapa Meio Ambiente. Circular Técnica, 14)

REBOLÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. In: **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2 ed. São Paulo: Escrituras Editora, 703 p., 2002.

RESENDE, E. K. et al. Avaliação do Crescimento e Produção de Jaraquis (*Semaprochilodus* spp.), em Açude de Igarapé de Terra Firme nos Arredores de Manaus, Amazonas. **Acta Amazônica**, v.15, n. 1-2, p.19-36, 1985.

SANT'ANNA, C.L; BRANCO, L.H.Z. AZEVEDO, M.T.P. Cyanophyceae/Cyanobacteria. In: Bicudo, C.E.M.; Menezes, M. (eds.). **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições**. 2^a ed. Rima, São Carlos. Pp. 19-8. 2006b.

SILVA, A. E. P.; et al. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazonica**. v. 38, n. 4, p. 733-742, 2008.

SOUSA, E. B. et al. Variação temporal do fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos da zona de arrebentação da Ilha Canela (Bragança, Pará, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**. v 23, n 4. p 1084-1095. 2009.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa, IIE, 2003. 248 p.

VICENTE, E.; et al. Metodología para el establecimiento el estado ecológico según la directiva marco del agua. 2005. **Protocolo de confederación hidrográfica del ebro**. Disponível em <http://195.55.247.234/webcalidad/estudios/indicadoresbiologicos/Manual_fitoplancton.pdf> Acesso em dezembro de 2013.

WAMBACH, X. F. **Manejo Prático Aplicado a Piscicultura de Água Doce**. Apostila, 28 f. Departamento de Zootecnia. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE, 2012.

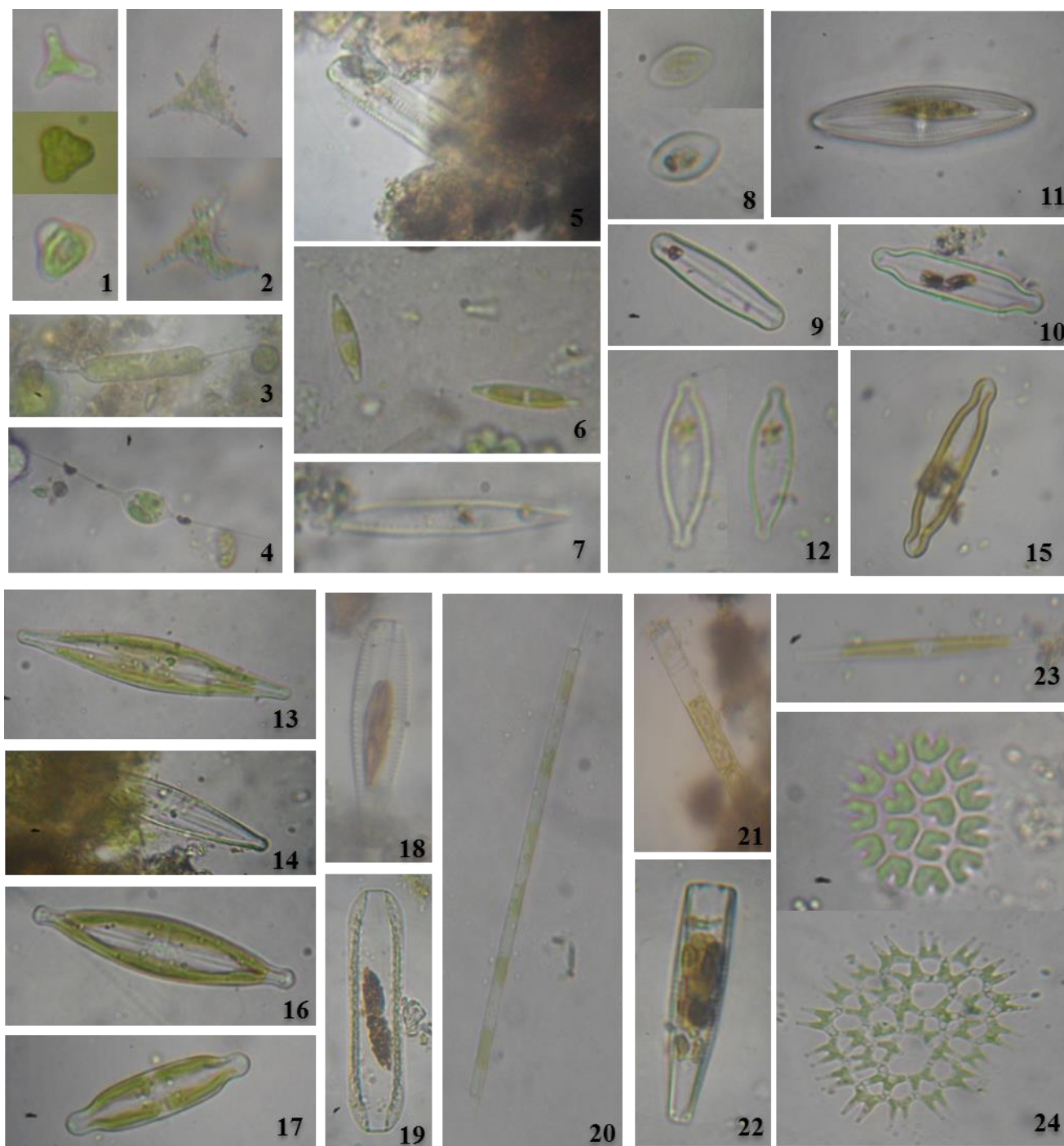
WATANABE, A. et al. **Princípios técnicos de piscicultura**. Dossiê Técnico, USP/DT, São Paulo-SP, p.19, 2007.

APÊNDICE

APÊNDICE I – SITES EXTRAS PESQUISADOS PARA IDENTIFICAÇÃO

- **AlgaeBASE** <<http://www.algaebase.org/about/>>
- **Algário Online** <<http://www1.ci.uc.pt/pessoal/nunogdias/algario/frameset.html>>
- **Algologia I e II** <<http://botany.natur.cuni.cz/algo/praktika/02.html>>
- **Cianobactérias e Algas** <<http://galerie.sinicearasy.cz/galerie>>
- **DATABASES** <<http://protist.i.hosei.ac.jp/>>
- **Diatomáceas guia de identificação** <<http://westerndiatoms.colorado.edu/>>
- **Instituto de Estudos de Bacias Hidrográficas**
<http://diatom.huxley.wvu.edu/algae_images/Green_Algae/>
- **Natura Mediterrâneo** <<http://www.naturamediterraneo.com/forum/gallery.asp>>
- **Nordic Microalgas** <<http://nordicmicroalgae.org/>>

APÊNDICE II – ESPÉCIES IDENTIFICADOS (Continua)



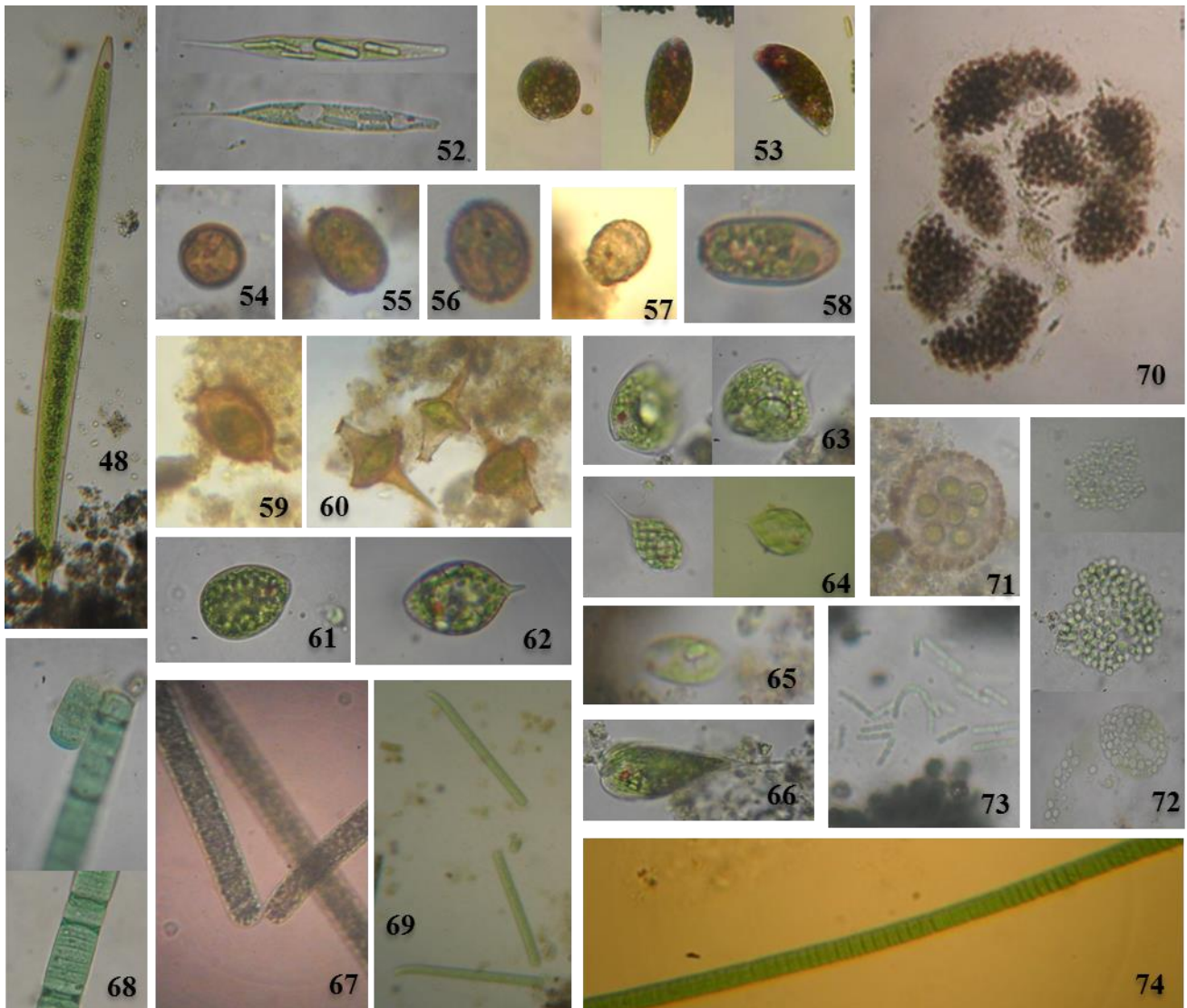
XANTHOPHYCEAE: 1 – *Goniochloris* sp, 2 – *Pseudogoniochloris* sp, 3 – *Centritractus* sp1, 4 – *Centritractus* sp2. **BACILLARIOPHYCEAE:** 5 – *Achnanthes* sp, 6 – *Nitzschia* palea, 7 – *Nitzschia* sp2, 8 – *Diploneis* sp, 9 – *Frustulia* sp1, 10 – *Frustulia* sp2, 11 – *Navicula* sp1, 12 – *Navicula* sp2, 13 – *Navicula* sp3, 14 – *Navicula* sp4, 15 – *Nupela* sp, 16 – *Stauroneis* sp1, 17 – *Stauroneis* sp2, 18 – *Surirella* sp1, 19 – *Surirella* sp2. **COSCINODISCOPHYCEAE:** 20 – *Aulacoseira* sp1, 21 – *Aulacoseira* sp2. **FRAGILARIOPHYCEAE:** 22 – *Meridion* sp, 23 – *Ctenophora* sp. **CHLOROPHYCEAE:** 24 – *Pediastrum duplex*.

APÊNDICE II – ESPÉCIES IDENTIFICADOS (Continuação)



CHLOROPHYCEAE: 25 – *Pediastrum tetras*, 26 – *Tetraedron minimum*, 27 – *Chlorococcum* sp, 28 – *Lagerheimia* sp, 29 – *Treubaria* sp, 30 – *Desmodesmus* sp1, 31 – *Desmodesmus* sp2, 32 – *Desmodesmus* sp3, 33 – *Scenedesmus disciformis*, 34 – *Scenedesmus linearis*, 35 – *Scenedesmus lefevrii*, 36 – *Coelastrum microporum*, 37 – *Monoraphidium* sp1, 38 – *Monoraphidium* sp2, 39 – *Schroederia* sp, 40 – *Closteriopsis acicularis* var. *acicularis*, 41 – *Chlamydomonas* sp, 42 – *Volvox* sp, 43 – *Crucigenia quadrata*, 44 – *Crucigenia tetrapedia*, 45 – *Oedogonium* sp, 46 – *Planktonema* sp. **ZYGNEMAPHYCEAE:** 47 – *Closterium* sp1, 48 – *Closterium* sp2 (próxima página), 49 – *Cosmarium pseudarctoum*, 50 – *Staurostrum* sp. **TREBOUXIOPHYCEAE:** 51 – *Oocystis* sp.

APÊNDICE II – ESPÉCIES IDENTIFICADOS (Conclusão)



EUGLENOPHYCEAE: 52 – *Euglena* sp1, 53 – *Euglena* sanguinea, 54 – *Trachelomonas* oblonga, 55 – *Trachelomonas* hispida, 56 – *Trachelomonas* sp3, 57 – *Trachelomonas* acanthostoma var. Minor, 58 – *Trachelomonas* cylindrica, 59 – *Strombomonas* sp1, 60 – *Strombomonas* sp2, 61 – *Lepocinclis* sp1, 62 – *Lepocinclis* sp2, 63 – *Phacus* sp1, 64 – *Phacus* sp2, 65 – *Phacus* sp3, 66 – *Phacus* sp4. **CYANOPHYCEAE:** 67 – *Planktothrix* sp, 68 – *Oscillatoria* sp1, 69 – *Oscillatoria* sp2, 70 – *Microcystis* aeruginosa, 71 – *Asterocapsa* submersa, 72 – *Aphanocapsa* sp, 73 – *Pseudanabaena* mucicola, 74 – *Geitlerinema* sp.